R357

FAO, Rapport sur les pêches N° 357
FAO Fisheries Report No. 357 FIPL/R357

Conseil général des pêches pour la Méditerranée (CGPM)

General Fisheries Council for the Mediterranean (GFCM)

LIBRARY
OCT 15 1986
National Marine Fisheries Service
2570 Dole Street
Honolulu, Hawaii

Rapport de la

CONSULTATION TECHNIQUE SUR LA CONCHYLICULTURE EN MER ET LES RÉCIFS ARTIFICIELS

Report of the

TECHNICAL CONSULTATION ON OPEN SEA SHELLFISH CULTURE IN ASSOCIATION WITH ARTIFICIAL REEFS

Ancône/Ancona, Italie/Italy, 17-19 mars/March 1986

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE
FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/fao-fisheries-and-aquaculture-report_1986-03_357

FAO Rapport sur les pêches N° 357
FAO Fisheries Report No. 357 FIPL/357 (Fr/En)

CONSEIL GENERAL DES PECHES POUR LA MEDITERRANEE
GENERAL FISHERIES COUNCIL FOR THE MEDITERRANEAN

RAPPORT DE LA CONSULTATION TECHNIQUE DU CONSEIL GENERAL DES PECHES POUR LA MEDITERRANEE SUR LA CONCHYLICULTURE EN MER ET LES RECIFS ARTIFICIELS

Ancône, Italie, 17-19 mars 1986

REPORT OF THE TECHNICAL CONSULTATION OF THE GENERAL FISHERIES COUNCIL FOR THE MEDITERRANEAN ON OPEN SEA SHELLFISH CULTURE IN ASSOCIATION WITH ARTIFICIAL REEFS

Ancona, Italy, 17-19 March 1986

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE
FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS
Rome 1986

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

The designations employed and the presentation of material in this publication do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Food and Agriculture Organization of the United Nations concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries.

M-42
ISBN 92-5-002455-X

Reproduction interdite, en tout ou en partie, par quelque procédé que ce soit, sans l'autorisation écrite de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, seule détentrice des droits. Adresser une demande motivée au Directeur de la Division des publications, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Via delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie, en indiquant les passages ou illustrations en cause.

The copyright in this book is vested in the Food and Agriculture Organization of the United Nations. The book may not be reproduced, in whole or in part, by any method or process, without written permission from the copyright holder. Applications for such permission, with a statement of the purpose and extent of the reproduction desired, should be addressed to the Director, Publications Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Via delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy.

© FAO 1986

PREPARATION DU PRESENT RAPPORT

Le présent texte constitue la version définitive du rapport approuvé par la Consultation technique du CGPM sur la conchyliculture en mer et les récifs artificiels.

Les annexes sont telles que présentées par les auteurs.

PREPARATION OF THE PRESENT REPORT

The present text is the final version of the report approved by the Technical Consultation of the GFCM on open sea shellfish culture in association with artificial reefs.

The annexes are as presented by the authors.

Distribution
Participants
Liste de distribution du CGPM/GFCM mailing list
Communauté économique européenne/ European Economic Community
Département des pêches de la FAO/FAO Fisheries Department
Fonctionnaires régionaux des pêches de la FAO/FAO Regional Fishery Officers

La référence bibliographique de ce document doit être donnée ainsi /For bibliographic purposes this document should be cited as follows:

Conseil général des pêches pour la Méditerranée/General Fisheries Council for the Mediterranean, 1986 Rapport de la Consultation technique du Conseil général des pêches pour la Méditerranée sur la conchyliculture en mer et les récifs artificiels. Ancône, Italie, 17-19 mars 1986. Report of the Technical Consultation of the General Fisheries Council for the Mediterranean on open sea shellfish culture in association with artificial reefs. Ancona, Italy, 17-19 March 1986. FAO Rapp.Pêches/ FAO Fish.Rep., (357):175 p.

RESUME

Cette réunion, la première de ce genre organisée par le CGPM, a permis de faire le point sur les aspects historiques et l'état actuel de la conchyliculture en mer et des récifs artificiels, et sur les perspectives qu'offrent ces activités. Les participants ont estimé qu'il s'agissait d'un problème très important pour la Méditerranée, en particulier pour l'aménagement de la zone côtière, et ont souhaité que le Conseil continue à y consacrer une partie de ses activités.

SUMMARY

This meeting, the first of its kind to be organized by the GFCM, gave an opportunity to take stock of the historical aspects and present situation of open sea shellfish culture and artificial reefs and of the prospects opened up by these activities. The participants felt that this was a very important problem in the Mediterranean, particularly as regards the management of the coastal area, and expressed the wish that the Council continue to devote to it a part of its activities.

TABLE DES MATIERES/CONTENTS

Page

Première partie - version française

I. OUVERTURE DE LA CONSULTATION 1

II. ADOPTION DE L'ORDRE DU JOUR 1

III. ELECTION DU PRESIDENT ET DU VICE-PRESIDENT 1

IV. INTRODUCTION GENERALE 1

A. Conchyliculture en mer 1
B. Les récifs artificiels 2

V. ASPECT HISTORIQUE DES IMPLANTATIONS 4

A. Italie 4
B. France 4
C. Bulgarie 6

VI. ETAT ACTUEL DE LA CONCHYLICULTURE ET DES RECIFS ARTIFICIELS 6

A. Conchyliculture 6
B. Récifs artificiels 8

VII. COMPLEMENTARITE ENTRE LES RECIFS ARTIFICIELS ET LA CONCHYLICULTURE 11

VIII. PERSPECTIVES 12

A. Conchyliculture 12
B. Récifs artificiels 13

IX. CONCLUSIONS 16

X. DATE ET LIEU DE LA PROCHAINE CONSULTATION 17

XI. ADOPTION DU RAPPORT 17

Part two - English version

I. OPENING OF THE CONSULTATION 19

II. ADOPTION OF THE AGENDA 19

III. ELECTION OF CHAIRMAN AND VICE-CHAIRMAN 19

		Page
IV.	GENERAL INTRODUCTION	19
	A. Open sea shellfish culture	19
	B. Artificial reefs	20
V.	HISTORICAL ASPECTS OF INSTALLATIONS	22
	A. Italy	22
	B. France	22
	C. Bulgaria	23
VI.	PRESENT SITUATION OF SHELLFISH CULTURE IN ASSOCIATION WITH ARTIFICIAL REEFS	23
	A. Shellfish culture	23
	B. Artificial reefs	25
VII.	COMPLEMENTARITY BETWEEN ARTIFICIAL REEFS AND SHELLFISH CULTURE	29
VIII.	PROSPECTS	29
	A. Shellfish culture	29
	B. Artificial reefs	30
IX.	CONCLUSIONS	33
X.	DATE AND PLACE OF NEXT CONSULTATION	34
XI.	ADOPTION OF THE REPORT	34

ANNEXES

A	Ordre du jour	35
A	Agenda	37
B	Liste des participants/List of participants	39
C	Liste des documents présentés/ List of documents presented	45
D	Introduction générale sur le thème: Conchyliculture en mer ouverte - R. Raimbault	47
E	Introduction générale sur le thème: Récifs artificiels - G. Bombace	51
F	Historique de l'implantation de la conchyliculture en mer ouverte (Méditerranée française)- R. Raimbault	65
G	Development of Mussel Culture along the Bulgarian Black Sea Coast - V. Popov, S. Zlatanova	74

		Page
H	Etat actuel de la conchyliculture en mer en Languedoc-Roussillon et perspectives de développement - B. Vidal-Giraud	78
I	Programmes scientifiques d'accompagnement à la conchyliculture en mer ouverte en Languedoc-Roussillon - Ph. Pacotte, J. Moriceau	84
J	Récifs artificiels réalisés, en cours, ou en projet en Italie - G. Bombace	93
K	The artificial reef in the Marconi Gulf (eastern Ligurian Riviera) - G. Relini, A. Peirano, L. Tunesi, L. Orsi Relini	95
L	Artificial reef and Posidonia bed protection off Loano (western Ligurian Riviera) - G. Relini, S. Moretti	104
M	Zoobenthic colonization of a small artificial reef in the Southern Tyrrhenian: results of a three-year survey - S. Riggio, F. Badalamenti, R. Chemello, M. Gristina	109
N	A general view of the Hydrobiological Conditions of the Italian Adriatic Coastal Area, with a particular attention to a Transect to the South of Conero Promontory - A. Artegiani, R. Azzolini, M. Morbidoni, A. Solazzi, M. Marzocchi, F. Cavolo, G. Andreoli, E. Massera Bottazzi, U. Giorgi	120
O	Growth of Mytilus galloprovincialis Lamk on a suspended and Immersed culture in the bay of Portonovo (central Adriatic Sea) - G. Fabi, L. Fiorentini, S. Giannini	144
P	Report on intensive mussel culture in Egypt - I. Ettewa	155
Q	Effets socio-économiques consécutifs à la réalisation d'une zone marine protégée par des récifs artificiels dans la zone de Porto Recanati - G. Bombace, V. Rossi	157
R	Partage de l'espace en mer. Perspectives administratives ouvertes sur le littoral français - J. Guillon Verne	165
S	Evaluation des impacts des aménagements récifaux sur la faune halieutique et son exploitation - C. Duval, J. Duclerc	167

I. OUVERTURE DE LA CONSULTATION

1. La Consultation technique sur la conchyliculture en mer et les récifs artificiels s'est tenue du 17 au 19 mars 1986 dans les locaux de la Foire d'Ancône à l'aimable invitation du Gouvernement italien avec la collaboration active du personnel de l'I.R.PE.M.-CNR d'Ancône.

2. Au nom du Directeur général de la FAO, le Secrétaire du CGPM a salué les participants dont la liste constitue l'annexe B. Il a transmis les remerciements de l'Organisation au Gouvernement italien pour avoir invité le CGPM à tenir cette consultation à Ancône ainsi qu'aux autorités régionales et locales pour les facilités qu'elles avaient mises à la disposition de la réunion.

3. MM. A. Vitelli Casella, préfet d'Ancône, G. Monina, maire d'Ancône et F. d'Aniello, directeur des pêches, ont tour à tour souhaité la bienvenue aux participants. Ils ont souligné l'avenir prometteur qui est réservé à la conchyliculture en mer et les récifs artificiels et se sont félicités de l'apport que pourrait apporter la Consultation à la réalisation des objectifs, en particulier socio-économiques, que se proposent d'atteindre ces nouvelles activités.

II. ADOPTION DE L'ORDRE DU JOUR

4. L'ordre du jour figurant à l'annexe A a été adopté.

III. ELECTION DU PRESIDENT ET DU VICE-PRESIDENT

5. MM. G. Bombace et R. Raimbault ont été élus respectivement président et vice-président de la Consultation.

IV. INTRODUCTION GENERALE

A. Conchyliculture en mer

6. M. Raimbault a rappelé aux participants (son exposé figure à l'annexe D) 1/ que le but de la session était d'avancer dans l'analyse d'une activité nouvelle comme celle de la conchyliculture en mer ouverte. Il s'agit d'un problème nouveau, non seulement d'ordre technique mais aussi socio-économique et politique, qui se présente de façon différente dans les divers pays. Si l'on considère le développement historique de la conchyliculture, on remarque qu'il a suivi différentes étapes ou situations, à savoir:

i) présence d'espèces appréciées par les hommes,

ii) collecte en milieu naturel,

iii) désir de disposer à volonté de ce produit et prise de conscience de la possibilité d'élevage,

iv) repérage de sites favorables par essais empiriques,

1/ La liste des documents présentés à la Consultation constitue l'annexe C.

v) concession de sites,

vi) mise au point des conditions optimales; généralement tendance à dépasser la capacité biotique du milieu,

vii) problèmes du maintien de la qualité du site et/ou

viii) recherche de nouveaux sites à exploiter.

Les processus décrits aux points iv, v et vi sont repris actuellement pour l'instauration de l'élevage en mer.

7. Jusqu'à maintenant, en Méditerranée, la conchyliculture s'est développée dans des zones abritées: lagunes (France, Italie), ports et rías (Espagne).

8. Un site ouvert comme la mer pose des problèmes nouveaux. Un préalable absolu est de disposer de structures convenables. Les supports primaires restent les mêmes (filets, poches, cordes) éventuellement renforcés mais les supports secondaires ne sont pas adaptés aux contraintes physiques de la mer. Il a donc fallu mettre au point des structures répondant aux impératifs suivants:

- elles doivent résister aux fortes tempêtes,
- les mollusques eux-mêmes doivent tenir par ces fortes tempêtes,
- elles doivent permettre des opérations conchylicoles faciles,
- la rentabilité économique doit être assurée.

9. Lorsque l'aptitude du milieu est démontrée et que les obstacles techniques sont franchis, se présentent les principaux problèmes socio-économiques, juridiques et politiques que soulève la nécessité de concéder l'espace maritime consacré à la conchyliculture et de réserver des zones pour l'installation des infrastructures à terre.

10. Parmi les facteurs nécessaires à la réussite d'une activité comme cette conchyliculture en mer en milieu favorable, le dynamisme de professionnels décidés à exploiter la nouvelle ressource est apparu, en France, comme l'élément de base essentiel pour déclencher les prises de décisions politiques et administratives voulues.

B. Les récifs artificiels

a) Définition

11. Les récifs artificiels (voir annexe E) sont des structures, des installations ou des constructions réalisées par l'homme dans des buts divers et multiples, comme par exemple:

i) création de surfaces de colonisation pour des organismes sessiles (par exemple larves de bivalves sestonophages); de refuges et d'abris pour de petits invertébrés (proies) ou pour des vertébrés; protection d'oeufs et de sacs embryonnaires (céphalopodes) ou

d'organismes à des stades biologiques délicats (crustacés en phase de mue, reproducteurs, etc.);

ii) création de systèmes technologiquement et écologiquement simples dans le but de recycler le surplus énergétique qui se concentre dans certaines zones marines côtières (conchyliculture associée aux récifs artificiels);

iii) zones d'attraction et de concentration de faune halieutique pour la création d'une zone de pêche;

iv) protection de biotopes particulièrement sensibles (par exemple herbiers de Posidonies, nurseries, etc.), protection des fonds côtiers contre le chalutage dans des zones interdites.

b) Matériaux, structures et modalités de construction

12. Pour la construction de récifs artificiels on est passé de matériaux naturels tels que blocs de pierre ou branchages à des matériaux de rebut, carcasses de voitures, pneus, vieux bateaux, matériel de pêche inutilisable, puis à des produits préfabriqués pour le bâtiment (tuiles, tuyaux en ciment, etc.) et finalement à des produits manufacturés spécialement étudiés et réalisés en ciment, en métal et même en fibre de verre.

13. Les formes, structures et modes différents d'installation des récifs ne sont ni gratuits, ni le fruit de la fantasie; ils obéissent en général à des critères et à des conditionnements de caractère écologique, halieutique ou socio-économique.

14. D'une manière générale on peut dire que les carcasses de voitures ont été presque tout de suite abandonnées parce qu'elles sont polluantes, qu'elles se décomposent rapidement et sont peu stables; les pneus usés ont aussi été écartés car, même s'ils sont attachés entre eux et lestés, ils sont facilement emportés par les chaluts; au cours des dernières années on s'est tourné vers les corps en béton qui semblent donner les meilleurs résultats: ils sont stables et lourds; leurs cavités constituent des abris et des protections et, faciles à assembler, ils se prêtent à divers types d'architecture sous-marine. Ils fournissent des séries d'habitat écologiques; ils offrent un rapport entre volume et surface qui favorise cette dernière pour faciliter les fixations; ils peuvent se développer verticalement pour permettre l'exploitation des différents habitats créés, par exemple par des gradients photiques ou thermiques, ou de densité, dans un environnement riche en énergie, ce qui est fréquemment le cas dans les zones côtières.

15. Enfin, on a souligné que l'élevage conchylicole peut lui-même être assimilé à une structure artificielle puisqu'il favorise l'enrichissement du site par une faune épibiontique et par des espèces interstitielles, ces dernières étant les proies des carnivores (par exemple poissons) et par l'effet d'attraction qui est lié aux produits du catabolisme des moules et de la faune associée. Cependant la structure conchylicole est normalement temporaire et, même quand elle est fixe, un nettoyage fréquent est nécessaire.

c) Motivations

16. Il a été noté que le développement des récifs peut obéir à des finalités différentes: aux Etats-Unis par exemple, il est principalement lié aux activités de pêche de loisir; en Méditerranée, par contre, il est perçu comme un moyen de contribuer à l'aménagement des ressources.

V. ASPECT HISTORIQUE DES IMPLANTATIONS

17. On a souligné l'importance de l'analyse historique du développement des structures d'élevage pour mieux appréhender les motifs qui ont imposé les modifications successives et pour comprendre les finalités, les problèmes rencontrés et le rôle joué par les différentes catégories professionnelles (chercheurs, entrepreneurs, pêcheurs et conchyliculteurs). Il a été indiqué que cette évolution était différente dans les divers pays.

A. Italie

18. Un résumé du développement des techniques sur les récifs artificiels en Italie a été présenté (voir annexe E). Deux périodes différentes ont été notées: de petites expériences discontinues avant les années 70 et une meilleure coordination scientifique ensuite. Au cours de cette dernière période, on est arrivé à la conclusion qu'un accord avec les pêcheurs pratiquant la petite pêche était nécessaire pour atteindre une certaine rentabilité. Après les difficultés dues au fait que les récifs étaient considérés comme faisant obstacle à la pêche côtière, leur influence positive sur la pêche a été reconnue par les pêcheurs eux-mêmes. A l'heure actuelle, les problèmes ont presque tous été résolus et plusieurs projets sont financés par l'Administration centrale; les pêcheurs sont actuellement favorables à ces pratiques. Il reste encore le problème de la législation pour l'aménagement des récifs qui devrait être considéré dans le cadre du plan de développement des zones côtières (pêche, tourisme, industrie, etc.).

B. France

19. Le développement des récifs artificiels en France a été décrit (voir annexe F). On a précisé que des expériences à grande échelle n'ont été entreprises que très récemment après l'arrêt des expériences ponctuelles. Le manque de coordination des expériences passées ainsi que la part du budget très faible qui leur était consacrée n'ont pas permis d'effectuer les suivis scientifiques nécessaires à l'appréciation des impacts de ces réalisations. Des programmes pilotes de recherche sont actuellement en cours en Méditerranée française et notamment en Languedoc-Roussillon. Ils devraient permettre de mettre en évidence la réalité et l'importance des retombées des aménagements récifaux sur la faune halieutique et sur son exploitation.

20. Un résumé du développement historique de la conchyliculture en mer de France a été présenté. Ici, également, différentes périodes ont été discernées. Au début de 1968, on a construit un petit récif artificiel au large de Palavas avec des carcasses d'automobiles. L'accroissement quantitatif de la faune halieutique, qui constituait le but principal de l'expérience, n'a pas été clairement obtenu. Cependant, on eut la surprise de constater

la fixation d'une grande quantité de naissain d'huître plate (Ostrea edulis). Ce fait a eu le mérite d'attirer l'attention sur une ressource conchylicole possible. La période de 1970 à 1976 peut être considérée comme celle où l'aptitude du milieu pour la conchyliculture a été mise en évidence. Les observations, prospections et essais effectués par l'ISTPM ont porté à la fois sur les ressources en naissain d'huître plate et sur les potentialités en élevage proprement dit.

21. Les ressources en naissain d'O. edulis, dans toutes les zones du golfe du Lion, n'ont fait que se confirmer avec le temps. Pour l'élevage, il est très vite apparu que celui des moules était possible dans de bonnes conditions, alors que pour les huîtres les résultats étaient moins évidents.

22. Après 1975, il est apparu souhaitable que des professionnels prennent le relais et essaient d'exploiter ces ressources. Ce n'est qu'à partir de 1977 que quelques groupes de conchyliculteurs et de pêcheurs entreprirent des actions avec sérieux et continuité.

23. Dans le domaine de la collecte du naissain de l'huître plate, l'abondance des fixations a toujours été satisfaisante mais les échecs dus soit à des retards de relevage soit à des résultats médiocres en prégrossissement font que jusqu'à maintenant on ne sait pas encore tirer parti de cette ressource.

24. Dans le domaine de l'élevage, les efforts ont porté presqu'uniquement sur la moule (Mytilus galloprovincialis) et sur le plan technique on peut diviser le temps en deux périodes:

1977-1982 - Période d'essais d'élevage sur cadres métalliques disposés sur le fond. Ce moyen était adapté à un premier stade de démarrage. Il est peu dispendieux et ne crée aucune gêne ou danger pour la navigation. Par ailleurs, il permet de tester la valeur du milieu pour l'élevage. En revanche, ce procédé n'est pas très favorable à un bon captage de la nourriture dispersée dans toute la tranche d'eau. Parmi les cadres essayés, seuls ceux qui ne dépassaient pas 1,50 m de hauteur ont résisté aux fortes tempêtes, mais même ceux-là n'ont pas donné un rendement satisfaisant. En outre une tempête tout à fait exceptionnelle, en novembre 1982, a détruit tous les cadres, dissuadant définitivement de poursuivre dans cette voie, mais précisément à ce moment d'autres structures ont pu prendre le relais.

1982-1986 - Période d'utilisation de structures satisfaisantes. En 1982 une étape essentielle a été franchie. Deux systèmes permettant l'élevage des moules à la verticale ont pu être essayés avec succès: une filière de sub-surface et une filière de fond. Ces deux systèmes ont une très bonne tenue dans les tempêtes et ont été utilisés avec succès depuis trois ans. En outre, en 1985, un autre système original, appelé soucoupe ballastable, a été essayé. Des expérimentations ultérieures seront cependant nécessaires pour vérifier la fiabilité et la rentabilité de ce système.

C. Bulgarie

25. L'activité conchylicole en mer ouverte en Bulgarie a été décrite (voir annexe G). La conchyliculture s'est développée au début avec des filières traditionnelles monolinéaires. Cependant les insuccès dus aux conditions ambiantes difficiles ont conduit à développer un système de filières en étoile avec ancrage principal au centre et flotteurs et corps morts à l'extrémité de chaque rayon de l'étoile. Ce système permet une résistance plus efficace aux tempêtes et conduit à une production de 15 à 20 tonnes de moules par étoile.

VI. ETAT ACTUEL DE LA CONCHYLICULTURE ET DES RECIFS ARTIFICIELS

A. Conchyliculture

a) France

26. La situation actuelle de la conchyliculture le long des côtes méditerranéennes du Languedoc-Roussillon en France a été passée en revue (voir annexe H). Cette zone est caractérisée par la présence de lagunes côtières, d'un large plateau continental sableux et de courants longeant la côte.

27. On se trouve en ce moment à la fin d'une phase de prédéveloppement, caractérisée par un démarrage rapide de la production de moules en filières. Les chiffres qui permettent de situer l'état présent du développement de la mytyliculture sont:

- une quinzaine de concessions en mer,
- dix groupements de professionnels (environ 50 personnes, pêcheurs ou conchyliculteurs),
- une production de 650 tonnes en 1985 (10 tonnes en 1982 et une prévision de 1 000 tonnes pour 1986),
- plus d'une centaine de demandes de concessions nouvelles.

28. Pour aboutir à une phase de production organisée il faut mettre au point l'organisation de l'espace en mer et à terre et celle de la commercialisation.

29. Les techniques maintenant utilisées sont les suivantes:

- filières de sub-surface, sur des fonds de 20 à 30 mètres et à 5 m sous la surface (600 tonnes de moules en 1985). Cette technique offre une très grande résistance au mauvais temps et facilite le travail et la production (en moyenne 20 t/an pour 200 m de filière). Des embarcations adaptées ainsi qu'une surveillance de la flottabilité des filières sont nécessaires car la croissance des moules provoque des enfoncements progressifs. Plusieurs variantes de ce système ont été testées (longueur et tension de la filière qui modifient sa souplesse, dimension des flotteurs et poids d'ancrage).

- filières de fond, résistantes au mauvais temps, mais moins utilisées (70 t de moules en 1985) à cause d'une manutention plus importante et d'un certain manque de souplesse.

- soucoupe ballastable. Son utilisation myticole très récente n'a pas permis de contrôler ses performances.

30. La croissance des moules en mer a été analysée en 1980 de mars à décembre et a révélé une croissance meilleure en mer ouverte (3,5 mm par mois) que dans l'étang de Thau (2 mm par mois), avec des différences surtout sensibles pendant l'hiver. En 1985, l'étude a porté sur la qualité des moules en mer ouverte en fonction des différents sites le long du littoral, mesurée par l'indice de condition ($\frac{\text{poids chair sèche}}{\text{volume intervalvaire}} \times 1\,000$). Il n'est pas apparu de différence significative entre les sites mais il faut souligner la qualité très bonne en été mais médiocre en hiver. (Voir annexe I).

31. Le programme de diversification de la production a pour but d'étudier la possibilité d'introduire de nouvelles espèces comme l'huître plate (Ostrea edulis) et la coquille Saint-Jacques (Pecten maximus).

32. Huître plate

Objectif: tirer parti de la ressource naturelle que constitue le captage de naissain; fournir un produit très demandé mais devenu rare (épizootie en Bretagne et difficultés d'élevage en lagune en Méditerranée).

Captage: récolte de naissain "une à une" de 7 mm à 30 francs le mille à partir de collecteurs plastiques "classiques" non chaulés.

Prégrossissement: technique "une à une" en pochons sur table basse en étang (densité optimale: autour de 2500/m^2; pas de mortalité hivernale; hétérogénéité de croissance (dispersion des tailles 45% en 3 mois); pas de différence entre naissain d'écloserie et naissain de captage).

Grossissement (sur filière): croissance deux fois moins rapide en mer qu'en zone très favorable de l'étang de Thau de mars à octobre (3,5 g/mois contre 7g/mois); croissance hivernale plus rapide en mer qu'en étang; qualité (indice de condition) meilleure en mer qu'en étang; mais colonisation par les moules sur toute la colonne d'eau (émission de moules de janvier à mai).

33. Coquille Saint-Jacques (sur filière)

Prégrossissement de naissain d'écloserie de 2 mm à 5 cm en un an; colonisation des structures d'élevage par les moules; impossibilité d'élevage sur le fond à cause des tempêtes; poursuite des travaux en utilisant des structures de type "radeau ballastable" afin de s'affranchir des contraintes des mouvements du fond et du captage de moules à faible profondeur.

b) Italie

34. En Italie il existe une production assez importante de moules élevées en mer ouverte, en plus de celles cultivées en lagune. Les établissements d'élevage flottants sont diffusés dans la partie nord-orientale de l'Adriatique

(golfe de Trieste où sur 21 ha on a produit, en 1980, 3 500 tonnes de moules) et dans le mer Tyrrhénienne (golfe de Naples et baie de la Spezia). Des établissements d'élevage en filières de sub-surface ont été réalisés en Adriatique.

35. Au sud du Gargano (golfe de Manfredonia) ont été réalisées des installations de mytiliculture flottante analogues à celles du golfe de Trieste. Etant donné que cette zone est exposée aux vents dominants de sud-est, il faudra quelques années pour évaluer l'efficacité et la validité de ces installations.

c) Bulgarie

36. Il existe en Bulgarie une tendance à abandonner le système en étoile parce qu'il est trop compliqué pour une exploitation mécanique. Pour pallier cet inconvénient on envisage de revenir à des techniques de mytiliculture fondées sur des filières munies de corps morts plus légers et d'exploitation plus facile. La technologie commerciale en préparation ne comporte pas l'utilisation de boudins ni de dédoublage. Sur les collecteurs non dédoublés les moules (naissain de printemps) sont élevées jusqu'à 9 à 10 mois pour atteindre une longueur de coquille de 40 à 50 mm et un poids individuel de chair étuvée de plus de 3 grammes. La culture, très mécanisée, est réalisée avec du matériel importé ou produit en Bulgarie.

B. Récifs artificiels

a) Italie

37. L'état actuel des études conduites et des prévisions d'exploitation en Italie a été présenté (voir annexe J). Parmi 32 initiatives recensées, huit sont terminées (deux à l'échelle commerciale), trois sont en cours de réalisation et dix seront mises en oeuvre prochainement.

38. En ce qui concerne les récifs eux-mêmes, on trouve de petites structures (blocs de béton, chalands, vieux bateaux coulés, etc.) à but expérimental, mais aussi des récifs qui couvrent plusieurs centaines d'hectares.

39. En ce qui concerne les grands récifs, on a assisté à une évolution où, partant de grandes pyramides composées de 14 blocs d'un poids unitaire de 13 tonnes pour un total de 4 000 m^3 pour toute la zone récifale (Porto Recanati), on a abouti à des pyramides composées de cinq éléments, reliés par des filières pour l'élevage des moules (Frégène) et enfin à un ensemble de quatre pyramides expérimentales comportant au centre de l'espace qu'elles délimitent, un cadre métallique supportant des filières à moules.

40. Ces structures sont rapidement colonisées par les moules qui après deux années constituent une grande biomasse; leur taille peut atteindre 9-10 cm.

41. En mer Tyrrhénienne (Frégène et Terracina), des récifs artificiels ont été édifiés pour empêcher le chalutage illégal dans la zone des trois milles et pour protéger les bancs naturels de Posidonia. Une série d'études sur la colonisation par les moules et sur leur dynamique de population a été conduit à Frégène.

42. Quelques semaines après son installation, le récif est colonisé par des espèces pionnières (en particulier les hydroïdes) ce qui favorise l'implantation des moules. Les moules, après quelques mois, dominent le peuplement benthonique et après dix-huit mois atteignent une taille de 10 cm.

43. Sur ces sites, les observations ont été poursuivies pendant 55 mois; elles ont montré une réduction progressive de la population des moules, après la période de dominance.

44. Dans la mer Ligure, deux récifs artificiels ont été réalisés à Rapallo et Loano (vor annexes K et L) avec des contributions financières italienne et de la CEE. On manque de données directes sur l'augmentation quantitative éventuelle de la faune ichtyque mais, dans la zone d'implantation des récifs, une augmentation significative du nombre des petits métiers, des captures de la pêche sportive et du nombre d'espèces ont été remarqués.

45. L'exemple des récifs artificiels créés en Sicile (voir annexe M) montre que dans une mer moins productive, les différentes phases de la colonisation sont plus lentes, la colonisation débutant par des végétaux benthiques. Il n'y a aucune production de moules, excepté dans les milieux fortement pollués. Un accroissement sensible des captures de poissons sur un récif artificiel a été noté dans une zone très eutrophique du golfe de Castellamare (Sicile N-O).

b) France

46. Une synthèse des aménagements des fonds littoraux en Languedoc-Roussillon et dans les Alpes-Maritimes a été présentée. Le but principal du programme en cours en Languedoc-Roussillon est d'étudier la contribution potentielle de ces aménagements au maintien, voire au développement de l'activité de pêche aux petits métiers. Cette activité souffre actuellement de la concurrence d'autres formes d'exploitation et notamment de la pêche aux arts traînants en zone côtière et de la concurrence d'autres formes d'activités, notamment la plaisance. L'impact de l'attribution d'une ou de plusieurs zones de pêche aménagée et de leurs ressources à une catégorie professionnelle est étudié pour déterminer dans quelle mesure elle permet:

- de réduire les conflits (partage de l'espace et de la ressource)
- d'assurer aux pêcheurs aux petits métiers un revenu plus sûr et plus stable
- de rationnaliser l'exploitation grâce à la pratique d'une pêche sélective et à la gestion de l'effort de pêche (contrôlable dans le cadre de la convention d'exploitation entre le concessionnaire et les pêcheurs exploitants)
- de maintenir ou de développer une activité économique répartie sur l'ensemble du littoral grâce notamment à une amélioration des conditions de travail et d'accès à la profession
- de proposer à d'autres pêcheurs en difficulté (petits chalutiers) des solutions de reconversion.

Parmi les différentes fonctions reconnues aux récifs artificiels, la fonction d'attracteur et de concentrateur de faune halieutique est principalement recherchée.

47. L'implantation des structures a été effectuée sur cinq sites compris entre 15 et 30 m de profondeur, présentant des conditions d'environnement différentes. Cette opération a déjà permis d'analyser en vraie grandeur le coût réel de ces aménagements (voir annexe S).

48. Le projet a été développé en différentes étapes: accord entre les diverses parties sociales, analyse des modules à utiliser, étude de l'environnement de chaque récif et recherche des financements.

49. 15 000 m^3 de récifs ont été immergés en septembre 1985 sur la côte du Languedoc-Roussillon, répartis en cinq sites différents. Les modules choisis ont été de deux types: des ensembles de volumes polygonaux creux et des structures parallélépipédiques faites de plaques assemblées qui réduisent les coûts de construction et de mise en place. Chaque ensemble ou structure occupe un volume d'environ 150 m^3.

50. Sur la côte des Alpes-Maritimes une expérience semblable est en cours de réalisation; on prévoit au total l'installation de 20 000 m^3 de récifs d'ici à 1988, répartis sur trois secteurs.

51. Les opérations servent de support au programme national français d'étude des impacts des récifs artificiels, qui a débuté en 1984 sous la responsabilité d'IFREMER. Dans sa première phase, ce programme a comporté l'étude sédimentologique et géotechnique des sites d'immersion, ainsi que la mise au point et le rodage de la méthodologie du suivi halieutique.

52. L'étude halieutique a pour objectif de tenter de déterminer les modifications des peuplements halieutiques pouvant être éventuellement induites par la présence des structures. Elle fait intervenir différentes techniques complémentaires: observations en plongés, pêches expérimentales aux filets fixes et au chalut, enquêtes sur l'activité de pêche artisanale dans les ports les plus proches.

53. Les recherches devraient permettre de quantifier les impacts des aménagements à la fois sur les milieux biologiques et socio-professionnels et d'analyser le fonctionnement des récifs artificiels, notamment la dynamique de leur colonisation halieutique. Cette étude, orientée dans une première étape sur le seul Languedoc-Roussillon, sera dans un deuxième temps étendue aux secteurs aménagés des Alpes-Maritimes. Il est précisé qu'un programme d'aménagement faisant intervenir des structures sembables, pour un volume total de 1 000 m^3, est en cours de réalisation dans le secteur de Marseille.

c) Monaco

54. La délégation de Monaco a présenté, en particulier à l'aide de documents photographiques, les résultats obtenus dans la réserve sous-marine de Monaco qui a été créée en 1976 par l'Association monégasque pour la protection de la nature. Le but de la réserve, qui comporte trois types de récifs constitués à l'origine de roches puis d'éléments alvéolaires, est à la fois de protéger le fond marin (herbier de posidonies) et, par ses structures artificielles, de favoriser la reconstitution de la flore et de la faune.

d) Exploitation des récifs, résultats obtenus ou espérés

55. Les résultats actuels de la gestion des récifs et les problèmes liés à l'amélioration de leur exploitation ont été ainsi résumés:

56. Productivité: production en poisson (espèces ayant une valeur économique élevée capturées par des engins fixes)

En Adriatique la production de moules est particulièrement intense dans certains secteurs. Des gastéropodes de haute valeur commerciale sont également récoltés dans les récifs. Pour la mytiliculture, il est apparu nécessaire d'adopter des techniques de gestion typiques de milieux fermés: ensemencement, sauvegarde du naissain, opérations de triage, nettoyage; etc. La connaissance des sites (études de milieu) et des périodes optimales pour l'implantation des structures (effet saisonnier sur la productivité) permettent d'obtenir les plus grandes productivités.

57. Gestion

Les récifs artificiels peuvent aider à la conversion du chalutage côtier en pêche aux engins fixes. Il est nécessaire que les pêcheurs aient la disponibilité des zones côtières, avec des allocations contrôlées, pour diminuer la conflictualité typique de ces catégories professionnelles.

58. On a observé qu'un petit récif ne permet pas une exploitation rationnelle des ressources énergétiques disponibles. Un récif devrait avoir un volume important. L'effort financier que ceci implique confirme l'importance d'une étroite collaboration entre les pêcheurs, les chercheurs et les administrations concernés.

59. Suivi scientifique

Des interactions écologiques, technologiques et socio-économiques complexes caractérisent la réalisation et la gestion des récifs artificiels; différentes lignes de recherche peuvent être proposées: étude du milieu (dimension des ressources, changements du milieu, etc.); recherche bio-écologique sur les strates des récifs (dynamique de la colonisation, nature des substrats utilisés, etc.); étude sur les rendements de la pêche, études de caractère socio-économique (enquêtes préliminaires et effets consécutifs à la réalisation des récifs artificiels).

60. Une étude conduite (voir annexe N) sur la côte italienne de l'Adriatique dans le cadre du programme finalisé du CNR a montré la grande variabilité saisonnière des paramètres du milieu dans la zone côtière et aux diverses latitudes.

VII. COMPLEMENTARITE ENTRE LES RECIFS ARTIFICIELS ET LA CONCHYLICULTURE

61. Le résumé ci-dessus (paragraphes 55 à 60) a conduit à une discussion sur l'utilisation des récifs comme systèmes d'élevage des mollusques. Des études ont été conduites en Italie pour vérifier, avec le modèle des récifs

supportant les filières, quel pouvait être le matériel le plus indiqué pour la fixation des larves de moules. Les cordes de polyamide se sont montrées les plus efficaces en comparaison avec les cordes de fibres végétales et de polyéthylène.

62. L'élevage en "boudins" en Adriatique a montré que, comme en France, la croissance est rapide (taille commerciale de 58 mm en 12 mois à partir de la fixation des larves) et que les mois qui vont de mars à juin sont les plus favorables à la collecte du naissain.

63. Une expérience d'utilisation de récifs pour la production des moules a été réalisée à Gaete (mars 1984-février 1986). Dans une aire de 200 m^2 ont été immergés des conteneurs supportant des grilles métalliques recouvertes de plastique, et enveloppées de cordes (maille des grilles d'environ 10 cm). Les moules ont colonisé rapidement la zone à grilles. En outre, ce système facilite le travail d'exploitation en permettant un relevage des conteneurs sans plongée.

VIII. PERSPECTIVES

A. Conchyliculture

a) France

64. La conchyliculture française en mer semble avoir atteint le stade de la rentabilité. Cette constatation est fondée sur les données de caractère technique, économique et commercial recueillies au cours du pré-développement et qui figurent à l'annexe H.

65. Au vu des données figurant à l'annexe H, le développement de la conchyliculture en mer ouverte a semblé possible sur la côte du Languedoc-Roussillon et suppose maintenant l'aménagement de l'espace et la structuration de la commercialisation.

66. Une grande zone de 2 500 ha a été envisagée en mer, de façon à éviter une saturation rapide des concessions. A l'intérieur, des carrés de 300 m de côté ont été dessinés pour servir de surface unitaire. Chacun d'entre eux peut recevoir six filières de 50 m; disposés en damiers, ils faciliteront les manoeuvres des embarcations et la circulation des eaux. A terre, en face de la zone productive, est prévu un port conchylicole destiné à concentrer les apports et à servir de support à la commercialisation qui se fera de façon groupée au travers d'une organisation de producteurs. Celle-ci doit permettre le maintien des prix et une bonne promotion des produits.

67. Certains participants ont souligné l'importance des contrôles sanitaires du produit; il a été indiqué que les contrôles effectués en France ont démontré l'excellente qualité des moules élevées en mer ouverte.

68. La délégation espagnole a souligné la nécessité d'atténuer l'individualisme des producteurs au moment de la commercialisation qui limite la valorisation du produit.

b) Bulgarie

69. En Bulgarie, on va créer le long de la côte dans des sites appropriés un système de petites entreprises d'Etat dont la capacité annuelle pourra atteindre 700 tonnes. Le développement de la culture des moules et des récifs artificiels dans ce pays est en étroite relation avec le tourisme et l'industrie.

c) Algérie

70. Les résultats obtenus par la France et l'Italie ont renforcé au cours de cette consultation la conviction de l'Algérie d'étendre la conchyliculture en mer ouverte et de réaliser le programme envisagé qui a débuté par la prospection de sites favorables à ce type d'activité. En ce qui concerne l'implantation de récifs artificiels, l'Algérie encourage ces initiatives dont les objectifs contribuent à la protection et à l'aménagement des ressources halieutiques.

d) Grèce

71. En Grèce on en est au début du développement de la conchyliculture, celle des moules essentiellement. C'est ainsi que dans le nord, trois installations de mytiliculture flottante sont en cours de réalisation dans les golfes de Kavalas et de Thermaikos. Dans ce dernier on expérimente également la mytiliculture en filière et l'on commence l'ostréiculture. Pour faire aboutir les réalisations prévues par les plans de développement des cultures en mer la création d'un institut technique s'avère nécessaire et l'expérience des pays plus avancés sera précieuse.

e) Italie

72. Le développement de la conchyliculture en mer ouverte est très rapide en Adriatique (voir annexe O). Une dizaine de kilomètres carrés de concessions ont été attribuées et plusieurs implantations d'élevage de moules en filières de surface et de sub-surface sont en cours de réalisation.

f) Egypte

73. Un essai est en cours depuis deux ans dans le Grand Lac Salé au sud d'Ismailia (voir annexe P). Une production totale de 360 tonnes de moules par an a été atteinte et une station d'épuration a été construite pour maintenir de bonnes conditions sanitaires. Etant donné le grand potentiel de la mytiliculture en Egypte il convient d'établir une méthodologie appropriée qui sera suivie de l'implantation de récifs artificiels sur lesquels on pourra la mettre à exécution.

B. Récifs artificiels

a) Italie

74. Le Président a introduit le sujet en rappelant les buts recherchés par la création de récifs artificiels en Italie. Des stratégies différentes seront utilisées pour la réalisation des récifs en mer eutropique ou oligotropique et le récif lui-même pourra être considéré d'une façon dispersée sur une grande surface, essentiellement pour empêcher le chalutage pirate ou concentré dans des zones riches en énergie.

75. La tendance actuelle est représentée par des récifs concentrés situés entre des récifs dispersés; un récif unitaire ("modulo" italien) prévu pour l'Adriatique se compose de groupes de huit pyramides de cinq blocs de ciment chacun et qui comprend des systèmes de filières pour le captage du naissain et l'élevage des moules à l'intérieur. Le projet actuellement présenté à la CEE par les coopératives de pêcheurs est composé de plusieurs récifs unitaires ("lotto" italien).

76. L'étude économique des récifs artificiels en Adriatique est fondée sur les données obtenues sur les récifs de la région d'Ancône (Porto Recanati, voir annexe Q). Le rendement économique est calculé en prenant en considération la production des mollusques (moules et gastéropodes) et du poisson).

77. Une augmentation sensible des captures du petit gastéropode Sphaeronassa mutabilis a été observée dans la zone récifale (3,5 fois plus que dans la zone extérieure); ceci est lié probablement à l'attraction trophique exercée par les récifs. L'effet de concentration de la faune ichtyque a été démontré par l'augmentation de la quantité des prises de poisson. Une donnée également significative est fournie par l'analyse du revenu net par pêcheur en activité dans les zones de Porto Recanati (récif) et de Portonovo où il n'y a pas de récif. L'analyse des captures a été effectuée soit en observation directe soit avec la collaboration des pêcheurs. L'analyse du rendement a été réalisée pour deux types de pêcheurs:

- type A - jeunes qui pratiquent l'activité à temps plein,
- type B - personnes plus âgées qui travaillent généralement à deux et à temps partiel.

Les résultats obtenus se réfèrent au récif de Porto Recanati et peuvent donc être extrapolés à d'autres zones similaires comme l'Adriatique moyenne.

78. Les résultats exposés à l'annexe O ont conduit à des interrogations et précisions sur différents points. Il a été précisé que l'estimation journalière des captures était calculée sur la base d'un trémail standard (800 à 1000 mètres) et que la quantité très élevée des captures sur le récif s'explique par les conditions hautement productives de l'Adriatique. Il a été rappelé que le volume total des récifs immergés était de 4000 m^3 et que celui de la partie centrale concentrée de la zone récifale est de 1350 m^3 avec une surface de 4000 m^2. La quantité de capture moyenne annuelle (1982-1984) de poisson se réfère à la totalité des 2000 ha du récif. La production moyenne annuelle du récif est évaluée à:

- moules: 215 t = 172 millions de lires italiennes 1/
- gastéropodes: 245 t = 200 millions de lires italiennes
- poissons et seiches: 55 t = 110 millions de lires italiennes

---

1/ 1$ E.U = 1 495 lires en mars 1986

79. Les données de capture des années 1981-83 ont été obtenues avec la collaboration des pêcheurs qui ont rempli des fiches hebdomadaires fournies par l'IRPEM d'Ancône. A la constatation qu'il était difficile de discerner l'augmentation de la production réelle des récifs, il a été répondu que la production mytilicole était due totalement aux substrats et corps immergés et qu'elle devait donc être considérée comme résultant d'un accroissement de la productivité de la zone; et qu'en outre le dynamisme trophique induit par les récifs permet une récupération et une transmission de l'énergie qu'ils contiennent vers les autres organismes (poissons, mollusques, etc.) pour leur alimentation.

80. Le plan de financement des différentes expériences a été indiqué ainsi:

- Porto Recanati: financement CNR pour la création et l'étude des récifs commerciaux;
- Frégène: financement par le Ministère de la Marine marchande;
- Autres: financement par les communautés locales (municipalités, provinces, etc.).

81. Les pêcheurs n'ont pas participé au financement mais leur participation est prévue dans les programmes futurs qui prévoient le financement suivant dans le cas où la CEE accepterait d'y participer: 50% par la CEE, 40% par l'Etat membre, 10% par les organismes de pêcheurs.

82. Il a également été souligné que l'implantation des récifs doit évidemment être effectuée dans les sites les plus propices, ce qui comporte une connaissance des caractéristiques naturelles de la zone. Il a enfin été rappelé qu'en Adriatique, la présence périodique de "blooms" d'algues rouges peut représenter un risque pour les organismes qui s'installent à la base des récifs, risque dû aux zones anoxiques créées sur le fond par la décomposition de ces algues.

83. A ce propos, la délégation bulgare a souligné que, tout en étant favorable à l'établissement de récifs artificiels sur ses côtes, elle appréhendait les phénomènes d'anoxie liés aux "blooms" algaux qui se produisent parfois également en mer noire et sont responsables de la mortalité des bancs naturels de moules vivant sur le fond; d'où l'intérêt que porte la Bulgarie à l'élevage en suspension.

b) France

Potentialités de développement

84. L'analyse de la situation de la pêche en région Languedoc-Roussillon montre que les conditions d'exploitation ne sont pas optimales. La stagnation de la production des espèces démersales, l'augmentation de l'effort de pêche et des charges d'exploitation entraînent pour certaines catégories de navires un manque de rentabilité. Depuis quelques années, cette situation économique a conduit les petites unités chalutières à spécialiser leur activité vers l'exploitation des espèces à haute valeur commerciale. Ces dernières unités entrent en conflit au niveau de l'occupation de l'espace et de l'exploitation des ressources avec les petits métiers. Dans ce contexte de pleine exploitation, la création d'autres zones de pêche aménagées sera liée:

- à l'intérêt que manifesteront les pêcheurs à l'exploitation de terrains de pêche aménagés (y compris au travers de la reconversion d'une partie des petits chalutiers vers une pêche aux petits métiers pour ne pas augmenter l'effort de pêche global)

- aux résultats économiques.

Aspects économiques

85. L'impact de l'aménagement de zones de pêche doit être analysé en termes socio-économiques. A cet effet, une étude comparative des conditions d'exploitation a été entreprise. Elle concerne les situations antérieures et postérieures à l'aménagement chez les petits métiers comme chez les petits chalutiers.

86. Les résultats seront fonction de l'intensité de l'effet d'attraction - concentration attendu. Les références japonaises en ce domaine montrent que les captures sur structures artificielles peuvent varier de 0,6 kg/m^3/an à 50 kg/m^3/an avec une moyenne nationale variant de 7 à 15 kg/m^3/an. Suivant le niveau qui sera atteint dans le cadre du programme Languedoc-Roussillon, les frais d'amortissement des structures artificielles pourraient être favorablement confrontés aux économies de carburant obtenues.

87. En matière de concentration, la qualité de la réponse des récifs artificiels dépend du choix du site d'implantation et du plan d'aménagement des structures. L'intérêt de la recherche dans ce domaine est souligné.

Aspects administratifs

88. Un document sur l'approche administrative française du partage de l'espace en mer a été présenté. Il figure à l'annexe R.

IX. CONCLUSIONS

89. Les discussions de la Consultation ont prouvé le très grand intérêt que suscitaient, dans les diverses zones de la Méditerranée, les problèmes de la conchyliculture en mer et des récifs artificiels. Les participants ont regretté que la trop courte durée de la Consultation, trois jours, n'ait pas permis de discuter dans tous les détails voulus tous les points inscrits à l'ordre du jour. Ils ont unanimement souhaité que le CGPM continue à l'avenir à porter son attention sur ces questions. Ils ont estimé que la création d'un groupe de travail spécialisé dans ce domaine permettrait, mieux que des consultations techniques, la concertation entre chercheurs dont la Consultation a démontré la nécessité. La dix-huitième session du CGPM, qui se tiendra du 6 au 10 octobre 1986, sera invitée à se prononcer sur la proposition de la création de ce groupe de travail dont le mandat devrait alors être précisé.

90. A ce propos certains participants ont suggéré qu'il pourrait être utile de traiter dans deux groupes séparés la conchyliculture en mer et les récifs artificiels; cependant la Consultation a été d'avis que, puisque ces deux activités concourent dans leur complémentarité à l'aménagement de la zone côtière, objectif prioritaire du CGPM, il serait souhaitable de continuer à les aborder ensemble, des sous-groupes d'experts pouvant éventuellement être établis. Il a été en outre suggéré que les cultures marines ne s'appliquent pas qu'aux mollusques mais qu'elles couvrent également l'élevage des poissons, particulièrement en cages.

91. La délégation de la Bulgarie a fait plusieurs propositions relatives à la mytiliculture qui sont résumées ci-dessous:

i) Echanges annuels entre les pays membres de données scientifiques des résultats pratiques obtenus;

ii) Publication d'un catalogue de matériels et d'équipements destinés à la mytiliculture;

iii) Amélioration des aspects scientifiques et techniques de la mytiliculture grâce à l'utilisation d'une méthodologie normalisée;

iv) Extension du Codex Alimentarius afin qu'il comporte les normes sanitaires relatives à la culture des moules et à ses produits;

v) Organisation, dans le cadre de MEDRAP, de séminaires d'experts dans ce domaine.

92. La Consultation a estimé que certaines de ces propositions pourraient être soumises au groupe de travail dont la création a été proposée, les autres étant adressées à qui de droit lors de la dix-huitième session du CGPM.

93. La délégation française a proposé, en l'absence d'un représentant de la CEE à la Consultation, que le CGPM approche la Commission des Communautés européennes afin qu'elle apporte sa contribution à l'échange d'informations techniques, économiques et financières en matière de structures artificielles. Il semble en effet que les pays méditerranéens membres de la CEE aient adressé à la Commission des "Schémas descriptifs" relatifs à la construction, à l'intérieur de la zone des 3 milles, de structures artificielles destinées à faciliter le repeuplement halieutique des zones côtières (Règlement 2908/83 du Conseil, du 4 octobre 1983).

X. DATE ET LIEU DE LA PROCHAINE CONSULTATION

94. La Consultation n'a pas fait de proposition sur ce point, dans l'attente d'une décision de la dix-huitième session du CGPM sur la création éventuelle d'un groupe de travail spécialisé.

XI. ADOPTION DU RAPPORT

95. Les paragraphes 1 à 68 du rapport de la Consultation technique sur la conchyliculture en mer et les récifs artificiels ont été officiellement adoptés le 19 mars 1986. Cependant, par suite du manque de temps dévolu à la Consultation (voir paragraphe 89) il n'a pas été possible de présenter un document écrit couvrant les paragraphes 69 à 95. Le Secrétariat, après qu'il eût présenté oralement les grandes lignes de ce qu'il pensait faire figurer dans ces derniers paragraphes a été prié par la Consultation de les rédiger et de les inclure dans le rapport.

I. OPENING OF THE CONSULTATION

1. At the kind invitation of the Italian Government, the Technical Consultation on Open Sea Shellfish Culture in Association with Artificial Reefs was held from 17 to 19 March 1986 on the premises of the Fair of Ancona, with the active collaboration of the staff of I.R.PE.M.-CNR, Ancona.

2. On behalf of the Director-General of FAO, the Secretary of GFCM greeted the participants, whose names are shown on the List in Annex B. He conveyed the thanks of the Organization to the Italian Government for having invited GFCM to hold this Consultation in Ancona, and also to the regional and local authorities for the facilities they had made available to the meeting.

3. Messrs. A. Vitelli Casella, Prefect of Ancona, G. Monina, Mayor of Ancona, and F. D'Aniello, Director of Fisheries, in turn welcomed participants. They emphasized the promising future of open sea shellfish culture in association with artificial reefs, and expressed their satisfaction at the contribution the Consultation could make to the achievement of the objectives, particularly socio-economic ones, of these new activities.

II. ADOPTION OF THE AGENDA

4. The Agenda shown in Annex A was adopted.

III. ELECTION OF CHAIRMAN AND VICE-CHAIRMAN

5. Messrs. G. Bombace and R. Raimbault were elected respectively Chairman and Vice-Chairman of the Consultation.

IV. GENERAL INTRODUCTION

A. Open sea shellfish culture

6. Mr. Raimbault reminded participants (his statement is reproduced in Annex D) 1/ that the purpose of the meeting was to make progress in the analysis of a new activity, open sea shellfish culture. This is a new problem, not only of a technical order but also socio-economic and political, arising in different ways in different countries. As regards the historical development of shellfish culture, it may be noted that it has gone through different stages or situations, namely:

(i) presence of species appreciated by human beings;

(ii) collection in the natural environment;

(iii) desire to have this product freely available, and awareness of the possibility of breeding;

(iv) location of favourable sites for empirical trials;

(v) concession of sites;

1/ The list of documents presented to the Consultation is shown in Annex C.

(vi) development of optimal conditions; usually a tendency to exceed the biotic capacity of the environment;

(vii) problems of maintenance of site quality and/or

(viii) finding new sites to be exploited.

The processes described in points iv, v and vi are at present being used in the establishment of open sea shellfish culture.

7. In the Mediterranean area, shellfish culture has, to date, developed in sheltered zones: lagoons (France, Italy), ports and tidal rivers (Spain).

8. An open site like the sea raises new problems. An absolute pre-requisite is the availability of proper structures. Primary support (nets, bags, ropes) is still the same or possibly strengthened, but secondary equipment is not suited to the physical constraints of the sea. Structures have therefore had to be developed to meet the following imperatives:

- they must stand up to heavy storms;
- the molluscs themselves must be able to hold on throughout these heavy storms;
- they must facilitate shellfish culture operations;
- economic profitability must be ensured.

9. When the suitability of the environment has been demonstrated and technical obstacles have been overcome, the principal socio-economic, legal and political problems linked to the concession of marine space for shellfish culture and to reservation zones for the establishment of land infrastructure, arise.

10. Among the factors necessary for the success of an activity such as open sea shellfish culture in favourable conditions, the dynamism of the professionals determined to exploit this new resource has proved to be, in France, of major importance in the making of the necessary political and administrative decisions.

B. Artificial reefs

(a) Definition

11. Artificial reefs (see Annex E) are structures, installations or constructions made by man for many and various purposes, such as:

(i) creation of colonization areas for sessile organisms (for example, larvae of sestonophagous bivalves); refuges and shelters for small invertabrates (preys) or for vertebrates; protection of eggs and embryonic sacks (cephalopods) or organisms at delicate biological stages (crustaceans in the moulting phase, reproducers, etc.);

(ii) creation of technologically and ecologically simple systems in order to recycle the surplus energy concentrated in some coastal marine zones (shellfish culture associated with artificial reefs);

(iii) zones of attraction and concentration of fish fauna in order to create a fishing zone;

(iv) protection of coastal fishing grounds against trawling in prohibited zones; protection of particularly sensitive biotopes (for example, Posidonia beds, nurseries, etc.).

(b) Construction materials, structures and methods

12. The construction of artificial reefs, which started with natural materials such as blocks of stone or branches, gradually turned to scrap materials, old car bodies, tyres, old boats, unusable fishing equipment; then prefabricated building products (tiles, cement piping, etc.), and finally products manufactured specially for this purpose and made of cement, metal or even fibre-glass.

13. The different forms, structures and methods of building reefs are neither haphazard nor the fruit of fantasy: they generally meet criteria and conditions of an ecological, fishery, or socio-economic character.

14. Broadly speaking, it may be said that old car bodies were almost immediately abandoned, because they lead to pollution, they decompose rapidly and they are not very stable; used tyres have also been discarded because, even if they are tied together and ballasted, they are easily dragged away by trawl nets; in recent years, concrete blocks have been used, which seem to give better results; they are stable and heavy; their cavities constitute shelters and protection and, easy to assemble, they can serve for several types of submarine architecture. They provide many ecological habitats: their volume/surface ratio helps to facilitate fixations: they can be developed vertically to allow for the exploitation of different habitats created, for example, by photic or thermic slopes, or by density, in an energy-rich environment, which is frequently the case in coastal zones.

15. Lastly, it was emphasized that shellfish culture could itself be compared with an artificial structure, since it leads to enrichment of the site by epibiotic fauna and interstitial species, the latter being the prey of carnivores (for example, fish) and by the effect of attraction linked to the products of the catabolism of mussels and related fauna. However, the shellfish culture structure is normally temporary, and, even when it is fixed, frequent cleaning is necessary.

(c) Motivations

16. It was noted that reef development could be for different purposes: in the United States, for example, it is mainly linked to sport fishing activities; in the Mediterranean, on the other hand, it is considered as a means of contributing to resource management.

V. HISTORICAL ASPECTS OF INSTALLATIONS

17. Emphasis was laid on the importance of a historical analysis of the development of breeding structures in order better to appreciate the successive modifications and to understand the purposes, the problems encountered and the role played by the different professional categories (research workers, entrepreneurs, fishermen and shellfish farmers). It was mentioned that this process had been different in the various countries.

A. Italy

18. A summary of the development of techniques with artificial reefs in Italy was presented (see Annex E). Two different periods were noted: that of small, sporadic experiments before the 1970s, and a better scientific coordination thereafter. During this latter period, the conclusion was reached that some agreement was necessary with small-scale fishermen to achieve a certain profitability. After difficulties due to the fact that the reefs were considered as hindrances to coastal fishing, their positive influence on fishing was recognized by the fishermen themselves. At present, almost all the problems have been solved and several projects are financed by Government funds; fishermen are now in favour of these practices. There is still the problem of legislation on reef management which should be considered in the context of the coastal zones development plan (fishing, tourism, industry, etc.).

B. France

19. The development of artificial reefs in France was described (see Annex F). It was explained that large-scale experiments had been undertaken only recently, after the cessation of smaller, more specific experiments. The lack of coordination of past experiments, and the very limited share of the budget devoted to them, did not allow for the scientific follow-up necessary to assess the impact of these achievements. Pilot research programmes are at present under way in the French Mediterranean, particularly in Languedoc-Roussillon. They are expected to highlight the reality and importance of the beneficial side-effects of reef management on fish fauna and its utilization.

20. A summary was presented of the historical development of open sea shellfish culture in France. Here too, different periods were distinguished. In early 1968 a small artificial reef was constructed off Palavas, using old car bodies. No quantitative increase in fish fauna, which was the main purpose of the experiment, was obtained. However, the fixation of a large quantity of flat oyster (Ostrea edulis)spats was noted with surprise. This fact succeeded in drawing attention to a possible shellfish resource. The period 1970-1976 may be considered as the one when the suitability of the environment for shellfish culture was demonstrated. The observations, surveys and trials made by ISTPM covered both the stocks of flat oyster spats and the potential for farming as such.

21. The resources of O. edulis spats in all the zones of the Gulf of Lions were increasingly confirmed with time. As regards culture, it quickly became evident that this was possible in good conditions with mussels, whereas with oysters the results were less clear.

22. After 1975 it appeared desirable that professionals enter the field and attempt to utilize these resources. It was not until 1977 that a few groups of shellfish cultivators and fishermen embarked on serious and continuous activities.

23. In the field of collection of flat oyster spats, the abundance of fixations was always satisfactory, but failures, due either to delays in harvesting or to mediocre results in the early stages of growth, mean that it is still not known how to use these resources properly.

24. In the field of farming, efforts have been almost exclusively concerned with mussel (Mytilus galloprovincialis) and on the technical level, this time may be divided into two periods:

1977-82 - Period of breeding trials with metal frames laid on the sea bed. This method was adopted in the initial stages. It is not costly and creates no problems or dangers for navigation. It also tests the value of the environment for breeding. It is not, however, very good for absorption of the nourishment dispersed throughout the whole section of water. Of the frames tested, only those no higher than 1.50 m stood up to heavy storms, but even these did not provide a satisfactory yield. Moreover, an exceptionally bad storm in November 1982 destroyed all the frames, finally discouraging efforts in this direction, but precisely at this moment other structures began to be tried.

1982-86 - Period of use of satisfactory structures. In 1982 an essential stage had been covered. Two systems of breeding mussels vertically had been successfully tried out: a subsurface long-line and a bottom long-line. These two systems held very well in storms and have been used successfully for three years. Also in 1985, another very original system, known as a ballastable saucer was tried; this saucer has a metal crown to which lines are attached. Further experiments will, however, be necessary to check the reliability and profitability of this system.

C. Bulgaria

25. Open sea shellfish culture in Bulgaria was described (see Annex G). It originally developed there with traditional monolinear long-lines. However, the lack of success, due to difficult environmental conditions led to the development of a system of lines with a main anchorage at the centre and buoys and moorings at the extremity of each ray of the star. This system gives more effective resistance to storms and leads to a production of 15 to 20 tons of mussels per star.

VI. PRESENT SITUATION OF SHELLFISH CULTURE IN ASSOCIATION WITH ARTIFICIAL REEFS

A. Shellfish culture

(a) France

26. The present situation of shellfish culture along the Mediterranean coasts of Languedoc-Roussillon in France was briefly reviewed (see Annex H). A feature of this zone is the presence of coastal lagoons, a large, sandy continental shelf, and currents along the coasts.

27. The pre-development phase is just ending, marked by a breakthrough in mussel production on lines. Figures giving an indication of the present situation of mussel culture development are as follows:

- about fifteen concessions at sea;
- ten groups of professionals (about fifty people, fishermen or shellfish breeders);
- a production of 650 tons in 1985 (10 tons in 1982 and a forecast of 1000 tons for 1986);
- more than one hundred requests for new concessions.

28. To reach the stage of commercial production, the organization of space at sea and on land, and also that of marketing, will have to be improved.

29. Techniques now in use are as follows:

- Underwater long-lines, in depths of 20 to 30 metres and 5 m below the surface (they produced 600 tons of mussels in 1985). This technique is very resistant to bad weather and facilitates work and production (with an average of 20 t/year for 200 m of line). Special boats, and also monitoring of the buoyancy of the lines, are necessary, since they gradually sink as the mussels grow. Several variants of this system have been tested (length and tension of the line, which affect its flexibility; dimension of the buoys and anchor weights).

- Bottom lines, resistant to bad weather, but less used (70 t of mussels produced in 1985), because they require more handling, and there is a certain lack of flexibility.

- Ballastable saucer. It has only recently been introduced into mussel culture and its performance has not yet been ascertained.

30. Mussel growth at sea was analysed from March to December 1980 and showed better results in the open sea (3.5 mm per month) than in the Thau lagoon, with some differences, particularly in the winter (see Annex I). In 1985, the study covered the quality of mussels in the open sea at different sites along the coast, measured by the condition index ($\frac{\text{dry flesh weight}}{\text{intervalvar volume}} \times 1000$). There was no significant difference between the sites, but the quality was very good in the summer but mediocre in the winter.

31. There is also a programme of diversification of production, aimed at the possibility of introducing new species, such as the flat oyster (Ostrea edulis) and the scallop (Pecten maximus).

32. Flat oyster

Objective: to utilize the natural resource constituted by spats; to provide a commodity which is much in demand but has become rare (epizooty in Brittany and breeding difficulties in Mediterranean lagoons).

Catching: harvesting of 7 mm spats "one by one" at thirty francs per thousand, with standard unlimed plastic collectors.

Pre-growth: "one by one" technique in pockets on low tables in the lagoon (optimal density: about 2500/m^2; no winter mortality, heterogeneity of growth (size dispersal 45 per cent in 3 months); no difference between hatchery spat and captured spat).

Growth (on line): growth twice as slow at sea as in the very favourable areas of the Thau lagoon from March to October (3.5 g per month as against 7 g per month); winter growth faster at sea than in the lagoon; quality (condition index) better at sea than in the lagoon; but colonization by mussels over the whole column of water (mussel spat emission from January to May).

33. Scallop (on line)

Pre-growth of hatchery spat from 2 mm to 5 cm in one year; colonization of breeding structures by mussels; impossibility of breeding on sea bed because of storms; continuation of work using structures of the "ballastable raft" type in order to avoid the constraints of bottom movements and harvesting mussels in shallow water.

(b) Italy

34. In Italy there is considerable production of mussels bred in the open sea, as well as of those cultivated in lagoons. Floating mussel farms are scattered over the north-eastern part of the Adriatic (Gulf of Trieste, where in 1980 3500 t of mussels were produced on 21 ha), and in the Tyrrhenian Sea (Gulf of Naples and Bay of La Spezia). Underwater line mussel farms have been established in the Adriatic.

35. South of the Gargano (Gulf of Manfredonia) floating mussel culture installations similar to those in the Gulf of Trieste are being established. Since this zone is exposed to prevailing south-easterly winds, it will take some years to evaluate the effectiveness and validity of these establishments.

(c) Bulgaria

36. There is in Bulgaria a tendency to abandon the "star" system because it it too complicated for mechanized exploitation. To remedy this disadvantage, it is intended to return to mussel culture techniques based on long lines with lighter moorings and easier exploitation. Commercial technology in preparation does not include the use of net sleeves ("boudins") or thinning. On unthinned collectors, the mussels (spring spats) are raised up to nine to ten months, to reach a shell length of 40-50 mm and an individual weight of boiled flesh of more than 3 g. Culture is highly mechanized, with equipment imported or produced in Bulgaria.

B. Artificial reefs

(a) Italy

37. The present situation of studies conducted in Italy was outlined, together with forecasts of fishing activity (see Annex J). Of the 32 initiatives listed,

eight are concluded (two on a commercial scale), three are ongoing and ten will be implemented shortly.

38. As regards the reefs themselves, they are mainly small structures (cement blocks, sunken barges, old wrecks, etc.) for experimental purposes, but also reefs covering several hundreds of hectares.

39. As regards the large-scale reefs, there has been a development where, starting with big pyramids composed of fourteen blocks with a unit weight of 13 tons, with a total of 4000 m^3 for the whole reef area (Porto Recanati), the next structures were pyramids composed of five elements, linked together by lines for mussel-farming (Fregene), the latest version being a set of four experimental pyramids including, in the centre of the space they enclose, a metal frame supporting mussel lines.

40. These structures are quickly colonized by mussels which in two years constitute a large biomass; their size can be as much as 10 cm.

41. In the Tyrrhenian Sea (Fregene and Terracina), artificial reefs have been built to prevent illegal trawling in the three-mile zone and to protect natural banks of Posidonia. A series of studies on colonization by mussels and their population dynamics has been conducted in Fregene.

42. A few weeks after its establishment, the reef was colonized by pioneer species (particularly hydroids) which encouraged mussel settlement. After a few months, the mussels dominate the benthic population and after 18 months they reach a size of 10 cm.

43. Observation has continued on these sites for 55 months; it has shown a gradual reduction in the mussel population following the period of dominance.

44. In the Ligurian Sea, two artificial reefs were built at Rapallo and Loano (see Annexes K and L) with a financial contribution from Italy and the EEC. There are no direct data available on the possible quantitative increase in fish fauna, but, in the zone where the reefs have been constructed, a significant increase in the number of small craft, sport fishing catches, and the number of species has been noted.

45. The example of the artificial reefs established in Sicily (see Annex M) shows that, in a less productive sea, the different phases of colonization are slower, since colonization starts with benthic vegetation. There is no mussel production, except in highly polluted areas. There was an appreciable increase in fish catches on an artificial reef in a very eutrophic zone of the Gulf of Castellamare (N.W. Sicily).

(b) France

46. Management of coastal fishing grounds in Languedoc-Roussillon and the Alpes-Maritimes was described. The principal objective of the ongoing programme in Languedoc-Roussillon is to study the potential contribution of management to the maintenance or even the development of small-scale fisheries. These activities at present have to compete with other forms of utilization, particularly dragnet fishing in the coastal area, and other forms of activity, especially recreation. The impact of the allocation of one or more managed fishing zones and their resources to a professional category was studied in order to ascertain to what extent it would:

- reduce conflicts (sharing space and resources);

- provide small fishermen with a more reliable and more stable income;

- rationalize exploitation through the practice of selective fishing and management of fishing effort (which could be checked under the agreement on fishing between the concessionnaire and the fishermen);

- maintain or develop an economic activity along the whole coast, particularly through improvement of working conditions and access to the profession;

- encourage other fishermen in difficulty (small trawlers) to adopt the solution of reconversion;

Among the different functions of artificial reefs, the function of attracting and concentrating fish fauna is the one considered most important.

47. Structures were established on five sites at depths of 15 to 30 m, with different environmental conditions. This operation has already made possible a realistic analysis of the true cost of management (see Annex S).

48. The project was implemented in several stages: agreement between the various parties involved, analysis of the models to be used, study of the environment of each reef, and seeking the necessary funds.

49. In September 1985, 15 000 m^3 of reefs were built, distributed over five different sites on the Languedoc-Roussillon coast. The models chosen were of two types: sets of hollow polygonal volumes, and parallelepipedic structures made of assembled plates, which reduced construction and establishment costs. Each group or structure occupies a volume of about 150 m^3.

50. A similar experiment is being conducted on the Alpes-Maritimes coast. The construction of a total of 20 000 m^2 of reefs, divided into three sectors, is envisaged by 1988.

51. The operations are ancillary to the French national programme for the study of the impact of artificial reefs, which started in 1984, conducted by IFREMER. In its first phase, this programme included a sedimentological and geo-technical study of the immersion sites, and also the finalizing and "running in" of the fisheries follow-up methodology.

52. The purpose of the fishery study was to ascertain the modifications of the fish populations which could possibly be induced by the presence of the structures. It employed various complementary techniques: underwater observation, experimental fishing with fixed nets and trawls, and surveys of small-scale fishing activities in the nearest ports.

53. The research should make it possible to quantify the impact of management on both the biological and the socio-professional environment, and to analyse the functioning of the artificial reefs, particularly the dynamics of their fish colonization. This study, concerned exclusively with

Languedoc-Roussillon in its first stage, will be extended in its second stage to the managed sectors of the Alpes-Maritimes. A programme using similar structures, with a total volume of 1 000 m^3, is being conducted in the Marseilles sector.

(c) Monaco

54. The delegation of Monaco presented, with the aid of photographic documents, the results obtained in the underwater reserve in Monaco which was created in 1976 by the Association monégasque pour la protection de la nature. The purpose of the reserve, which consists in three types of reefs, originally built of rocks and later of cellular structures, is both to protect the sea bed (Posidonia fields) and, through its artificial structures, to encourage the reconstitution of the flora and fauna.

(d) Reef utilization: results obtained or expected

55. The results of reef management to date and the problems involved in improving reef utilization were summed up as follows:

56. Productivity: fish production (species with a high economic value caught with fixed gear)

In the Adriatic, mussel production is particularly intensive in certain sectors. Gasteropods with a high commercial value have also been harvested in the reefs. As regards mussel culture, it has been deemed necessary to adopt management techniques more typical of enclosed environments: planting, spat protection, sorting and cleaning operations, etc. A knowledge of the sites (environmental studies) and the best periods for establishing the structures (effect of season on productivity) has led to greater productivity.

57. Management

Artificial reefs can contribute to the conversion of coastal trawling into fixed gear fishing. Fishermen must have coastal zones available, with controlled allocations of space, to reduce the conflicts that tend to arise in these professional categories.

58. It has been observed that a small reef does not allow for rational exploitation of available energy resources. The volume of the reef should be considerable. The financial effort this implies confirms the importance of close collaboration between fishermen, the research workers and administrations.

59. Scientific follow-up

Complex ecological, technological and socio-economic interactions are involved in the construction and management of artificial reefs. Different lines of research may be suggested: environmental studies (scale of resources, changes in the environment, etc.); bio-ecological research on reef strata (dynamics of colonization, nature of the sub-strata used, etc.); study of fishing yields, studies of a socio-economic nature (preliminary surveys and effects of the construction of artificial reefs).

60. A study conducted on the Italian coast of the Adriatic under a CNR programme (see Annex N) showed the great seasonal variability of the parameters of the environment in the coastal area and in different latitudes.

VII. COMPLEMENTARITY BETWEEN ARTIFICIAL REEFS AND SHELLFISH CULTURE

61. The above summary (paragraphs 55 to 60) led to a discussion on the use of reefs as mussel-farming systems. Studies have been conducted in Italy to ascertain, with the model of reefs supporting lines, the best material for the fixation of mussel larvae. Polyamide ropes have proved to be the most effective compared with ropes made of vegetable fibres or polythene.

62. Breeding in "boudins" in the Adriatic, as in France, leads to rapid growth (commercial size of 58 mm in 12 months from larvae fixation). March-June are the most favourable months for spat collection.

63. An experiment using reefs for mussel production was made in Gaeta (March 1984-February 1986). It consisted in sinking, in an area of 200 m^2, containers supporting metal grids coated with plastic and covered with ropes (grid mesh size approximately 10 cm). The mussels quickly colonized the area with grids. This system also facilitates the work of harvesting since the containers can be cleared without divers.

VIII. PROSPECTS

A. Shellfish culture

(a) France

64. French open sea shellfish culture appears to have reached the stage of profitability. This statement is based on technical, economical and commercial data collected in the pre-developed period which are given in Annex H.

65. In view of the data of Annex H, the development of open sea shellfish culture on the Languedoc-Roussillon coast appears possible and now implies management of space and the establishment of a marketing structure.

66. A large zone of 2 500 ha of sea space has been envisaged, in order to avoid rapid saturation of concessions. Within this area, 300-m squares of coast have been designated to serve as surface units. Each of them can take 650 m lines; arranged in check pattern, they will make it easier for boats to manoeuvre and for water to circulate. On land, opposite the productive zone, there will be a shellfish culture port where facilities will be concentrated and marketing infrastructures provided. Marketing itself will be done by producers' organizations. The latter will help to maintain prices and promote the product.

67. Some participants emphasized the importance of hygienic control of products; it was indicated that controls made in France had demonstrated the excellent quality of mussels bred in the open sea.

68. The Spanish Delegation emphasized the need to discourage individualism among producers at the moment of marketing, since this tended to depress the price of the product.

(b) Bulgaria

69. In Bulgaria a system of small, State enterprises, with an annual capacity of up to 700 t, will be developed along the coast in suitable areas. Development of mussel culture and artificial reefs in this country is closely related to expansion of tourism and industry.

(c) Algeria

70. Results obtained by France and Italy have, in the course of this Consultation, strengthened Algeria's determination to expand open sea shellfish culture and to implement the programme envisaged, which started by prospecting for suitable sites for this type of activity. As regards the establishment of artificial reefs, Algeria encourages these initiatives, whose objectives contribute to the fishery resource protection and management.

(d) Greece

71. In Greece, the development of shellfish (mainly mussel) culture is just starting. In the north, three floating mussel farms are being established in the Gulf of Kavalas and Thermaikos. In the latter, there have also been experiments with line mussel culture, and oyster culture is beginning. To complete these projects foreseen in the development plans for marine cultures, the creation of a technical institute will be necessary and the experience of more developed countries will be extremely valuable.

(e) Italy

72. The development of open sea shellfish culture is very rapid in the Adriatic (see Annex O). About ten square kilometres of concession have been granted and several surface and subsurface line mussel farms are being established.

(f) Egypt

73. A trial has been going on for the last two years in the Great Salt Lake in southern Ismailia (see Annex P). A total production of 360 tons of mussel per annum has been achieved and a cleaning station has been built to maintain good hygienic conditions. In view of the great potential of mussel culture in Egypt, it would be desirable to establish an appropriate methodology to be followed by the building of artificial reefs on which it could be put into practice.

B. Artificial reefs

(a) Italy

74. The Chairman introduced the subject, recalling the purposes of creating artificial reefs in Italy. Different strategies will be used for the construction of reefs in eutropic or oligotropic seas, and the reefs themselves will be scattered over a large area, mainly to prevent pirate trawling or concentrated in energy-rich zones.

75. The present trend is to have concentrated reefs located between scattered reefs. The unit reef (an Italian "modulo") envisaged for the Adriatic consists of groups of 8 pyramids of 5 cement blocks each, including line systems for catching spats and breeding mussels inside it. The project now presented to the EEC by fishermen's cooperatives covers several unit reefs (the Italian "lotto").

76. Economic studies of artificial reefs in the Adriatic are based on data obtained from reefs in the region of Ancona (Porto Recanati, see Annex Q). The economic yield is calculated taking into consideration production of molluscs (mussels and gasteropods) and fish.

77. An appreciable increase in catches of small gasteropods (Sphaeronassa mutabilis) has been observed in the reef zone (3.5 times more than in the external zone); this is probably connected with the trophic attraction exercised by the reefs. The effect of concentration of fish fauna has been demonstrated by increased quantities of fish catches. An equally significant datum is provided by an analysis of the net income per fisherman working in the Porto Recanati (reef) zones, and in Portonovo where there are no reefs. An analysis of catches was made, both by direct observation and by collaboration with fishermen. An analysis of yield was made for two types of fishermen:

- type A - young people working full-time;

- type B - older people, usually working in pairs and part-time.

Results obtained relate to the Porto Recanati reef and can therefore be extrapolated to other similar zones, such as the mid-Adriatic.

78. The results set out in Annex O led to queries and further details on various points. It was stated that the daily estimate of catches was calculated on the basis of a standard trammel (800 to 1 000 m) and that the very large quantity of catches on the reef could be explained by the highly productive conditions of the Adriatic. It was mentioned that the total volume of underwater reefs was 4 000 m^3 and that the volume for the concentrated central part of the reef zone was 1 350 m^3 with 4 000 m^2. The average annual quantity of fish catches refers to the total 2 000 ha of the reef. Average annual production of the reef is estimated at:

- mussels: 215 t = Lit. 178 million 1/

- gasteropods: 245 t = Lit. 200 million

- fish and cuttle-fish: 55 t = Lit. 110 million.

79. Catch data for 1981-83 were obtained with the collaboration of fishermen who completed the weekly questionnaires put out by IRPEM, Ancona. In reply to the comment that it was difficult to distinguish the increase in the real production of the reefs, it was stated that mussel production was entirely due to sub-strata and submerged objects and that it should therefore be considered as a result of increased productivity in the zone and that, in addition, the trophic dynamism induced by the reefs leads to a recovery, and a transmission of the energy they contain, to other organisms (fish, molluscs, etc.).

1/ 1 US$ = 1 495 Lit. in March 1986.

80. The financing plan for the different experiments is as follows:

- Porto Recanati: CNR financing for the creation and study of commercial reefs;

- Fregene: financing by the Ministry of the Merchant Navy;

- Other: financing by local communities (municipalities, provinces, etc.).

81. The fishermen did not participate in the financing but their participation is expected in future programmes, where the following financing is anticipated if EEC agreed to participate; 50% by the EEC, 40% by the member state, 10% by the fishermen's organizations.

82. It was also emphasized that the establishment of reefs should be undertaken in the most favourable sites, which implies a knowledge of the natural characteristics of the area. Lastly, it was mentioned that, in the Adriatic, the periodical presence of red algae blooms could represent a risk to the organisms that had established themselves at the base of the reefs, due to the anoxic zones created on the sea bed by the decomposition of these algae.

83. In this connexion, the Bulgarian delegation emphasized that, while favourable to the establishment of artificial reefs along its coasts, it feared phenomena of anoxia linked to the algae blooms which sometimes occur also in the Black Sea, and are responsible for the mortality of natural banks of mussels living on the sea bed; hence the interest of Bulgaria in suspension farming.

(b) France

Development potential

84. An analysis of the situation of fisheries in the Languedoc-Roussillon region shows that exploitation conditions are not optimum. Stagnation of demersal species production, increased fishing effort and exploitation costs mean little or no profits for some categories of vessels. For several years, this economic situation has led small trawling units to specialize in catching species with a high commercial value. These units come into conflict with small craft over occupation of space and resource exploitation.

In this context of full exploitation, the creation of other fishing zones would depend on:

- the interest shown by fishermen in the exploitation of managed fishing grounds (including the conversion of some of the small trawlers to fishing with small craft in order to avoid increasing the overall fishing effort);

- the economic results.

Economic aspects

85. Management of fishing zones must be analyzed in socio-economic terms. To this end, a comparative study of conditions of exploitation has been undertaken. It covers situations before and after management, with small craft and small trawlers.

86. Results will depend on the intensity of the anticipated attraction-concentration effect. Japanese references in this field show that catches on artificial structures can vary from 0.6 kg/m^3/year to 50 kg/m^3/year, with a national average varying from 7 to 15 kg/m^3/year.Depending on the level reached under the Languedoc-Roussillon programme, the amortization costs of artificial structures could be favourably compared with the fuel savings made.

87. As regards concentration, the quality of the performance of artificial reefs depends on the choice of the site for establishment and the management plan for the structures. The importance of research in this field was emphasized.

Administrative aspects

88. A paper on the French administrative approach to the allocation of marine space was presented. it is reproduced in Annex R.

IX. CONCLUSIONS

89. Discussions at the Consultation demonstrated the very great interest aroused in the different areas of the Mediterranean, by problems of open sea shellfish culture and artificial reefs. Participants regretted that the excessively short duration of the Consultation (three days) did not allow for detailed discussion of all the agenda items. They unanimously requested GFCM to continue to give attention to these problems in the future. They considered that the creation of a working party specialized in this field, rather than technical consultations, would contribute to concerted research effort, for which the Consultation had demonstrated the need. The Eighteenth Session of GFCM, to be held from 6 to 10 October 1986 would be invited to pronounce on the proposed working party, whose terms of reference could then be defined.

90. In this connexion, some participants suggested that it could be useful to deal with open sea shellfish culture and artificial reefs in two separate groups; however, the Consultation considered that, since these two activities contribute in complementary ways to the management of the coastal zone, a priority of GFCM, it would be desirable to continue to deal with them together, possibly establishing expert sub-groups. It was also suggested that marine cultures be not restricted to molluscs but also cover fish farming, particularly in cages.

91. The delegation of Bulgaria made several proposals with regard to mussel culture, which are summarized below:

(i) Annual exchanges between member countries of scientific data and practical results obtained;

(ii) Publication of a catalogue of mussel culture supplies and equipment;

(iii) Improvement of the scientific and technical aspects of mussel culture through the use of a standardized methodology;

(iv) Extension of the Codex Alimentarius to cover standards of hygiene for mussel culture and mussel products;

(v) Organization of MEDRAP seminars of experts in this field.

92. The Consultation felt that some of these suggestions could be submitted to the proposed working group, the others being addressed to the competent authority at the Eighteenth Session of GFCM.

93. In the absence of any EEC representative at the Consultation, the French delegation proposed that GFCM approach the Commission of the European Communities, inviting it to make its contribution to the exchange of technical, economic and financial information on artificial structures. It does in fact appear that the Mediterranean member countries of EEC had addressed "descriptive outlines" to the Commission regarding construction, within the three-mile zone, of artificial structures to facilitate fish repopulation of the coastal zones (Regulation 2908/83 of the Council, 4 October 1983).

X. DATE AND PLACE OF NEXT CONSULTATION

94. The Consultation made no proposal on this point, awaiting the decision of the Eighteenth Session of GFCM with regard to the creation of a specialized working group.

XI. ADOPTION OF THE REPORT

95. Paragraphs 1 to 68 of the Report of the Technical Consultation on Open Sea Shellfish Culture in Association with Artificial Reefs were officially adopted on 19 March 1986. However, due to the shortage of time allocated to the Consultation (see paragraph 89) it was not possible to present a written document covering paragraphs 69 to 95. The Secretariat submitted orally an outline of the proposed content of these last paragraphs, and was requested by the Consultation to draft them and include them in the Report.

ANNEXE A

Ordre du jour

1. Ouverture de la consultation

2. Adoption de l'ordre du jour

3. Election du président et du vice-président

4. Introduction générale sur

   4.1 La conchyliculture en mer
   4.2 Les récifs artificiels

5. Aspect historique des implantations

   5.1 Etapes franchies
   5.2 Motivations de départ et ultérieures; objectifs visés
   5.3 Problèmes rencontrés
   5.4 Rôle des divers partenaires: professionnels, chercheurs, collectivités

6. Etat actuel

   6.1 Conchyliculture

      6.1.1 Espèces cultivées
      6.1.2 Techniques utilisées - Embarcations
      6.1.3 Localisation et importance de la production
      6.1.4 Programmes de recherche d'accompagnement

   6.2 Récifs artificiels

      6.2.1 Réalisations effectuées, en cours ou prochaines. Programmes pilotes nationaux ou européens
      6.2.2 Techniques employées
      6.2.3 Modes d'exploitation
      6.2.4 Résultats acquis ou espérés
      6.2.5 Modes de financement
      6.2.6 Programmes scientifiques d'accompagnement

7. Complémentarité entre les récifs artificiels et la conchyliculture

8. Perspectives

8.1 Conchyliculture

8.1.1 Potentialités théoriques
8.1.2 Facteurs de limitations

A. Capacité biotique et qualité sanitaire du milieu
B. Partage de l'espace, en mer et à terre
C. Aspects économiques
D. Difficultés liées aux conditions météorologiques
E. Rôle des instances politiques et administratives

8.2 Récifs artificiels

8.2.1 Aspects économiques: Activités induites, potentialités de développement
8.2.2 Facteurs limitants

- Partage de l'espace et des ressources, conflits potentiels intra et extra profession

- Rôle des instances politiques et administratives

9. Conclusions

10. Autres questions

11. Date et lieu de la prochaine consultation

12. Adoption du rapport

ANNEX A

Agenda

1. Opening of the Consultation

2. Adoption of the agenda

3. Election of the Chairman and Vice-Chairman

4. General introduction on

   4.1 Open sea shellfish culture
   4.2 Artificial reefs

5. Background information on these activities

   5.1 Stages in implementation
   5.2 Initial motivations and further objectives
   5.3 Problems encountered
   5.4 Role of the various partners: professionals, research workers, communities

6. Present situation

   6.1 Shellfish culture

      6.1.1 Species cultivated
      6.1.2 Techniques used - Vessels
      6.1.3 Location and output
      6.1.4 Accompanying research programmes

   6.2 Artificial reefs

      6.2.1 Work completed, in progress or projected. National and European pilot programmes
      6.2.2 Techniques used
      6.2.3 Ways of using
      6.2.4 Results achieved or anticipated
      6.2.5 Ways of financing
      6.2.6 Accompanying scientific programmes

7. Complementarity between artificial reefs and shellfish culture

8. Prospects

8.1 Shellfish culture

8.1.1 Theoretical potentials
8.1.2 Limiting factors

A. Biotic capacity and sanitary condition of environment
B. Competition for space (at sea and on land)
C. Economic aspects
D. Difficulties connected with meteorological conditions
E. Role of political and administrative authorities

8.2 Artificial reefs

8.2.1 Economic aspects: activities induced, development potentials
8.2.2 Limiting factors

- Competition for space and resources, potential conflicts within and outside the profession

- Role of political and administrative authorities

9. Conclusions

10. Other matters

11. Date and place of next consultation

12. Adoption of the report

ANNEX(E) B

Liste des participants/List of participants

Algérie/Algeria

BENNAMA, A.
CERP Bou Ismail
Vice Ministère de la pêche
Boulevard Amirouche
Bou Ismail
Tipaza

Tel. 469452

FARSI, Z.
Office national de développement
et de production aquacole
Boulevard C. Chabou
Bou Ismail
Tipaza

Tel. 469562

OUADHOUR, H.
Institut de Technologie des pêches
et de l'aquaculture
3, rue d'Angkor
Alger-Port

Tel. 626794
Cable: ITPA/ALGER-PORT

Bulgarie/Bulgaria

POPOV, V.
Fisheries Institute
3 Industrialna Street
8000 Bourgas

Tel. (056) 40331
Tlx: 83522 BULRIB
Cable: BULGARRIBA

ZLATANOVA, Sonya
Fisheries Institute
3 Industrialna Street
8000 Bourgas

Tel. (056) 40331
Tlx: 83522 BULRIB
Cable: BULGARRIBA

Egypte/Egypt

BOLES AZER, N.
General Authority for Fish
Resources Development
4 Tayaran Street
NASR City
Cairo

Tel. 602833

IBRAHIM, E.
General Authority for Fish
Resources Development
4 Tayaran Street
NASR City
Cairo

Tel. 603500

Espagne/Spain

OLIVELLA PRATS, L.
Direccio General de Pesca Maritima
Generalitat de Catalunya
Urgell 187
08036 Barcelona

Tel. (3) 3217616

RAMOS-ESPLA, A.
Instituto Maritimo Pesquero
del Mediterraneo
03001 Alicante

Tel. (65) 227240

SALICHS OLIVER, E.
Direccio General de Pesca Maritima
Generalitat de Catalunya
Urgell 187
08036 Barcelona

Tel. (3) 3219350

France

DRIOUT, A.
Direction des pêches maritimes
3, place de Fontenoy
75700 Paris

Tel. 42735351

DUCLERC, J.
IFREMER
1, rue Jean Vilar
34200 Sète

Tel. 67747767

DUVAL, Capucine
IFREMER
1, rue Jean Vilar
34200 Sète

Tel. 67747767

GUILLON VERNE, J.
Direction des pêches maritimes
et des cultures marines
3, place de Fontenoy
75700 Paris

Tel. 42735351

HARDY, L.
CEPRALMAR
Immeuble le Triangle
Allée Jules Milhaud
34000 Montpellier

Tel. 67580558

LEFEVRE, J.-R.
Service maritime
DDE 06
CAD B.P. 8
06028 Nice Cédex

Tel. (93) 93839183
Tlx: 470188 F

PAQUOTTE, P.
IFREMER
1, rue Jean Vilar
34200 Sète

Tel. 67747767

RAIMBAULT, R.
IFREMER
Directeur de Recherche IFREMER
1, rue Jean Vilar
34200 Sète

Tel. 67747767
Tlx: 490503

VIDAL-GIRAUD, B.
CEPRALMAR
Conseil régional Languedoc-Roussillon
Immeuble le Triangle
Allée J. Milhaud
34000 Montpellier

Tel. 67580558

Grèce/Greece

MARAYANNI, Irène
Département de la pêche de
Katerini-Pieria
60100 Katerini

Tel. (0351) 32444

Italie/Italy

AARTS, J.
UNIMEX
Via S. Bernardino 102
24100 Bergamo

Tel. (035) 249489

AMATO, E.
Istituto Centrale per la Ricerca
Scientifica e Tecnologica
applicata alla Pesca Marittima
Via Respighi, 5
00196 Roma

Tel. (06) 872276

ANDREOLI, M. Gabriella
Istituto di Istologia ed Embriologia
Università di Palermo
Via Archirafi, 20
90123 Palermo

ARDIZZONE, G.D.
Dipartimento di Biologia Animale
et dell'Uomo
Università di Roma
Viale dell'Università
00185 Roma

Tel. (06) 4958254

ARTEGIANI, A.
Istituto Richerche Pesca Marittima (CNR)
Molo Mandracchio
60100 Ancona

Tel. (071) 55313

BELLUSCIO, A.
Dipartimento di Biologia Animale
e dell'Uomo
Università di Roma
Viale dell'Università
00185 Roma

Tel. (06) 4958254

BOMBACE, G.
Direttore
Istituto Ricerche Pesca Marittima (CNR)
Molo Mandracchio
60100 Ancona

Tel. (071) 55313

CHEMELLO, R.
Laboratorio di Ecologia
Istituto di Zoologia
Via Archirafi, 18
90123 Palermo

Tel. (091) 6166080

CIASCA, L.
Assessorato Agricoltura e Pesca
nella Regione Puglia
Bari

Tel. (080) 405223

D'ANIELLO, F.
Directeur des pêches
Ministero della Marina Mercantile
Viale dell'Arte 16
00100 Roma

Tel. (06) 5923766

D'ANNA, G.
Laboratorio di Ecologia
Istituto di Zoologia
Via Archirafi 18
90123 Palermo

Tel. (091) 6166080

DELLA SETA, G.
Laboratorio Centrale Idrobiologia
V. Caravaggio, 107
Roma

FABI, G.
c/o I.R.P.E.M.
Molo Mandracchio
60100 Ancona

FIORENTINI, L.
I.R.P.E.M.
Molo Mandracchio
60100 Ancona

FROGLIA, C.
Istituto Ricerche Pesca Marittima
Molo Mandracchio
60100 Ancona

Tel. (071) 55313

GIANNINI, S.
c/o I.R.P.E.M. -CNR
Molo Mandracchio
60100 Ancona
Tel. (071) 55313

GIORGI, Uberta
Istituto di Zoologia
Via dell'Università, 12
Parma

GIOVANARDI, O.
Laboratorio di Biologia Marina
e Pesca
Viale Adriatico, 52
61032 Fano

Tel. (0721) 83689

GRAMITTO, Maria Emilia
istituto Richerche Pesca Marittima
Molo Mandracchio
60100 Ancona

Tel. (071) 55313

GRAVINA, M. Flavia
Museo Civico di Zoologia
Via Ulisse Aldovrandi, 18
00197 Roma

Tel. (06) 873586

GRISTINA, M.
Istituto di Zoologia
Via Archirafi, 18
90123 Palermo

Tel. (091) 6166080

GUCCIARDI, S.
Unità Sanitaria Locale No. 1
Trapani

Tel. (0923) 35530

LEVI, D.
I.T.P.P. - CNR
Via L. Vaccara, 61
91026 Mazara del Vallo (TP)

Tel. (0923) 948723

MERLI, S.
Assessorato Industria e Artigianato,
Formazione Professionale e
Pesca Marittima
Via Gentile da Fabriano
Ancona

Tel. (071) 8061

ORSI, Lidia
Istituto di Anatomia Comparata
Via Balbi, 5
16126 Genova

Tel. (010) 207623

PICCINETTI, C.
Laboratorio di Biologia Marina
e Pesca
Viale Adriatico, 52
61032 Fano

Tel. (0721) 83689

RELINI, G.
Istituto di Anatomia Comparata
Laboratorio Biologico Marino ed
Ecologia Animale
Via Balbi, 5
16126 Genova

Tel. (010) 207623

RIGGIO, S.
Istituto di Zoologia dell'Università
Via Archirafi, 18
90123 Palermo

Tel. (091) 6166080

ROSSI, V.
I.R.P.E.M.
Molo Mandracchio
Ancona

Tel. (071) 55313

SOLAZZI, A.
Docente Universitario
Dipartimento di Biologia
Università di Padova

Tel. (049) 26922

TUNESI, L.
Istituto di Anatomia Comparata
Università di Genova
Genova

VACCARELLA, R.
Laboratorio Biologia Marina
Molo Pizzoli-Porto
70100 Bari

Tel. (081) 211200

Monaco (Principauté de)/
Monaco (Principality of)

BOISSON, M.
Chargé de Recherches
Centre scientifique de Monaco
16, Boulevard de Suisse
MC 98000 Monaco

Tel. (93) 303371

DEBERNARDI, E.
Ministère d'Etat
MC 98000 Monaco

Tel. (93) 301921

Département des pêches de la FAO/
FAO Fisheries Department

Via delle Terme di Caracalla
00100 Rome

Tlx: 611127

CHARBONNIER, D.
Secrétaire du CGPM/
Secretary of GFCM

Tel. (06) 57976616

Secrétaires/Secretaries

DEFENDI, Anne-Marie
MARCANGELO-SABATINI, Anita

Personnel sur le terrain/Field Staff

FREDDI, A.
Projet régional de développement de
l'aquaculture en Méditerranée (MEDRAP)
Regional Mediterranean Aquaculture
Development Project (MEDRAP)
c/o INSTOP
2025 Salammbô
Tunisie

(Rapporteur de la Consultation/
Rapporteur of the Consultation)

ANNEX(E) C

Liste des documents présentés/List of documents presented

ANDREOLI, M.G., MASSERA BOTTAZZI, E., GIORGI, U. A general view of the hydrobiological conditions of the Italian Adriatic coastal area, with a particular attention to a transect to the South of Conero Promontory. Part III: the Zooplankton.

ARDIZZONE, G.D. and BELLUSCIO, A. Artificial reefs in the broader context of coastal zone management: cases studies from the Tyrrhenian sea. (Summary).

ARTEGIANI, A., AZZOLINI R., MORBIDONI, M. A general view of the hydrobiological conditions of the Italian Adriatic coastal area, with a particular attention to a transect to the South of Conero Promontory, Part I: the Hydrology.

BELLUSCIO, A., ARDIZZONE, G.D., SCALETTA, F. Elevage de moules dans un récif artificiel tyrrhénien (Résumé).

BOMBACE, G. Introduction générale sur le thème "Récifs artificiels".

BOMBACE, G. Récifs artificiels réalisés, en cours, futurs ou en projet en Italie.

BOMBACE, G. et ROSSI, V. Effets socio-économiques consécutifs à la réalisation d'une zone marine protégée par des récifs artificiels dans la zone de Porto Recanati.

DUCLERC, J., LEFEVRE, J.R. et HARDY, L. Les récifs artificiels: une technique 1/ de gestion et d'aménagement de l'espace littoral marin.

DUVAL, C. et DUCLERC, J. Evaluation des impacts des aménagements récifaux sur la faune halieutique et son exploitation.

ETTEWA, I. Report on intensive mussel culture in Egypt.

FABI, G., FIORENTINI, L. and S. GIANNINI. Growth of Mytilus galloprovincialis Lamk on a suspended and immersed culture in the Bay of Portonovo (Central Adriatic Sea).

GRAVINA, M.F., BELLUSCIO, A., ARDIZZONE, G.D. A five-year benthic community development on artificial reef (Summary).

LEFEVRE, J.R. et DUCLERC, J. La prise de décision dans l'aménagement des champs de récifs artificiels du département des Alpes-Maritimes, France 1/.

PACOTTE, Ph. et J. MORICEAU. Programmes scientifiques d'accompagnement à la conchyliculture en mer ouverte en Languedoc-Roussillon.

1/ Sera publié dans le compte-rendu du 4ème colloque scientifique pluridisciplinaire franco-japonais. Océanographie (Marseille, septembre 1985).

1/ Will be published in the proceedings of the fourth colloque scientifique pluridisciplinaire franco-japonais. Océanographie (Marseille, september 1985).

POPOV, V. and ZLATANOVA, S. Development of mussel culture along the Bulgarian Black Sea coast.

RAIMBAULT, R. Introduction générale sur le thème: conchyliculture en mer ouverte.

RAIMBAULT, R. Historique de l'implantation de la conchyliculture en mer en France.

RELINI, G. PEIRANO, A., TUNESI, L. and ORSI RELINI, L. The artificial reef in Marconi Gulf (Eastern Ligurian Riviera).

RELINI, G., MORETTI, S. Artificial reef and Posidonia bed protection off Loano (Western Ligurian Riviera).

RELINI, G. e MORETTI, S. Barriera artificiale e protezione della prateria di Posidonia al largo di Loano (Riviera Ligure di Ponente).

RIGGIO, S., BADALAMENTI, F., CHEMELLO, R. and GRISTINA, M. Zoobenthic colonization of a small artificial reef in Southern Tyrrhenian: results of a three-year survey.

SOLAZZI, A., MARZOCCHI, M., CAVOLO, F. A general view of the hydrobiological conditions of the Italian Adriatic coastal area, with a particular attention to a transect to the South of Conero Promontory. Part II: the Phytoplankton.

VIDAL-GIRAUD, B. Etat actuel de la conchyliculture en mer en Languedoc-Roussillon et perspectives de développement.

ANNEX(E) D

Introduction générale sur le thème: Conchyliculture en mer ouverte

par

René Raimbault
IFREMER 1, rue Jean Vilar 34200 - Sète

En proposant de tenir une consultation technique sur le thème "la Conchyliculture en mer ouverte", au cours de la dernière session plénière du CGPM à Rome en 1984, j'obéissais à deux motivations.

En premier lieu, c'était pour répondre à la requête d'un pays intéressé par ces nouvelles activités, pays désireux sans doute de connaître l'expérience vécue par les autres et souhaitant en même temps faire part de ses propres acquis en la matière.

Partant de là, c'est précisément ce même désir de mieux connaître ce qui se fait ailleurs et d'avoir des échanges de tous ordres sur ce thème qui fut le deuxième et principal motif de cette demande.

En effet l'enchaînement des faits et situations qui ont abouti en Méditerranée française à une production de 700 tonnes de moules en 1985, avec des méthodes entièrement nouvelles pour le pays et dans des zones totalement inexploitées jusque là, a constitué un long parcours passionnant à plus d'un titre.

Contrairement à ce que l'on pourrait supposer, la création d'une telle activité nouvelle ne résulte pas d'un projet rationnel préétabli.

Au départ, il y a eu l'observation d'un phénomène inattendu qui révélait au moins une potentialité conchylicole insoupçonnée en un point du golfe du Lion. Tout le reste ne fut qu'une suite d'étapes dans laquelle chaque pas, en fonction des résultats, commandait la démarche qui devrait suivre pour parvenir à une progression.

Cette aventure commencée, il y a presque quinze années, n'est pas encore terminée. On ne peut même pas encore affirmer qu'elle aboutira à un bouleversement des données économiques conchylicoles de la Méditerranée française. Et pourtant on est certain maintenant que les potentialités biologiques du milieu et la maîtrise des techniques appropriées permettraient théoriquement des productions se chiffrant probablement en centaines de milliers de tonnes. Mais en réalité pour passer de potentialités, bien réelles mais théoriques, à leur exploitation concrète, un certain nombre de conditions doivent être remplies et de nombreux problèmes doivent être résolus. Ces problèmes et conditions devraient être évoqués au cours de ces journées.

L'implantation et le développement de la conchyliculture en mer ouverte a constitué dans notre pays une entreprise à la réussite de laquelle de nombreux éléments ont dû concourir : le hasard et les tâtonnements empiriques aussi bien que la recherche organisée et méthodique, des options politiques et le concours de divers services administratifs. Il a fallu surtout, à partir d'un certain stade, la détermination et l'ingéniosité de techniciens et surtout de professionnels décidés à vaincre les obstacles.

Au cours de ces journées de consultation dite technique, le rôle de ces divers facteurs devrait être analysé eux aussi, si on veut comprendre les mécanismes qui ont permis l'éclosion et le développement de cette activité nouvelle. La résolution des problèmes proprement techniques constitue certes un maillon capital et nécessaire de la réussite, mais il n'en est pas moins tout à fait insuffisant à lui seul. C'est dire que le vocable de "consultation technique" qui qualifie ces journées ne doit pas être pris au sens le plus restreint en ne retenant que les aspects qui relèvent strictement de l'ingéniérie.

Maintenant je voudrais préciser ce que l'on entend par "Conchyliculture en mer ouverte", pour comprendre en quoi ce thème justifiait une réunion telle que celle-ci.

Pour les pays qui s'efforcent d'instaurer et de développer cette conchyliculture, il s'agit de parvenir à élever des moules (et éventuellement d'autres mollusques) dans des sites soumis à toutes les intempéries affectant les zones côtières, là où la configuration géographique ne crée aucune protection particulière (de là, la locution "en mer ouverte").

L'objectif est de développer la conchyliculture dans un type de milieu jamais utilisé jusque là pour ce genre d'activité, milieu dans lequel les structures d'élevage classiques ne sont pas viables.

A ma connaissance, les principaux efforts effectués en Méditerranée ou mers annexes pour atteindre un tel objectif ont eu lieu dans trois pays au cours des quinze dernières années, trois pays qui sont représentés ici : la Bulgarie, la France et l'Italie.

Cependant aucun de ces trois pays ne s'est trouvé dans la même situation à l'égard des problèmes à résoudre.

Pour deux d'entre eux, l'Italie et la France méditerranéenne, la conchyliculture en elle-même n'était pas une activité nouvelle. Depuis des décennies des gens de métiers se sont familiarisé avec des opérations liées à l'élevage des mollusques, tant sur le plan biotechnique que commercial, voire même réglementaire. Ces gens-là, même s'ils doivent implanter leur activités dans un milieu très différent, n'en profitent pas moins de nombreuses connaissances et d'un savoir-faire extrêmement précieux. En outre ils bénéficient d'un encadrement scientifique et administratif plus ou moins développé qui rendra moins hasardeuse leur entreprise dans le nouveau milieu.

Il en va tout autrement quand il s'agit d'une activité totalement nouvelle, comme c'est le cas en Bulgarie. Bien entendu, à notre époque où les informations sont diffusées comme jamais, n'importe quel pays peut se documenter sur ce qui se fait ailleurs et faire appel aux connaissances acquises chez les autres. Il n'en reste pas moins que la somme des inconnues et donc des problèmes à résoudre est encore plus importante dans une telle situation intégralement nouvelle.

Par contre, la France et la Bulgarie apparaissent comme plus proches entre elles qu'elles ne le sont de l'Italie sur le plan de l'objectif poursuivi et par la démarche globale qui a été adoptée pour ce faire. Dans les deux premiers pays, dès le départ on a cherché à créer en pleine mer une conchyliculture proprement dite, sans lien direct avec les récifs artificiels, alors qu'en Italie, l'idée même de faire de la mytiliculture est apparue comme une sorte d'épiphénomène des récifs. La constatation de l'abondance des moules fixées sur les récifs a fait naître le désir d'en entreprendre la culture et jusqu'à maintenant la liaison entre les structures récifales et la mytiliculture reste très étroite.

Sur un autre plan, bien que les aspects techniques ne soient pas les seuls à devoir être examinés, comme il a déjà été dit, ils n'en constituent pas moins une pièce maîtresse du dossier.

Dans tous les cas en effet, et plus particulièrement pour les deux pays où le développement de la conchyliculture à part entière est l'objectif premier (la Bulgarie et la France), les structures d'élevage employées dans les zones abritées ne pouvaient être utilisées dans les secteurs côtiers soumis à des tempêtes très sévères.

Aussi après la phase de mise en évidence de l'aptitude du milieu à permettre la conchyliculture, pour aller plus loin, un impératif de nature technique s'imposait immédiatement. Il fallait mettre au point des structures qui satisfassent aux quatre exigences suivantes :

- bonne tenue de la structure, même par fortes tempêtes,
- bon maintien des mollusques eux-mêmes par mauvais temps,
- simplicité des opérations conchylicoles (incluant la non nécessité de plonger).
- coût et longévité permettant un bilan financier largement positif.

Nous verrons au cours des exposés concernant l'historique des implantations et de l'état actuel des techniques, comment ces problèmes ont été progressivement résolus, de façon plus ou moins complète selon les pays et parfois après des séries d'échecs et de modifications profondes dans l'orientation des recherches.

Il devrait apparaître aussi qu'une plus grande similitude de l'objectif final, en Bulgarie et en France, a logiquement entraîné une plus grande ressemblance, dans la démarche de mise au point des techniques, qu'avec l'Italie.

Enfin il existe encore un autre niveau qui n'est pas indifférent à la problématique dont nous traitons ici et sur lequel les trois pays ne se sont pas trouvés dans la même situation, c'est celui des régimes politiques et de leurs incidences socio-économiques. Sur ce plan, la France et l'Italie sont relativement proches et diffèrent beaucoup de la Bulgarie. Bien qu'on ne puisse qu'évoquer ce sujet dans le cadre présent, il ne serait pas sans intérêt de faire une étude comparée, sur les avantages et désavantages offerts, pour la résolution des problèmes, par les régimes où domine la part de l'initiative privée et ceux où la planification joue un rôle prépondérant.

Il est bien évident que l'attitude prise par les pouvoirs publics, depuis le niveau national et gouvernemental jusqu'au niveau communal, aura une incidence capitale sur le déroulement et l'issue d'entreprises de développement comme cette implantation de la conchyliculture dans des sites nouveaux. Les appuis financiers et administratifs en dépendent. Sans ces appuis rien ne pourrait se faire.

Toutefois, l'histoire du déroulement des faits en France, montre avec non moins d'évidence qu'à partir d'un certain stade, le facteur fondamental, celui qui est le plus nécessaire pour susciter les options et appuis politiques, c'est l'existence de professionnels qualifiés suffisamment convaincus de l'intérêt du projet et bénéficiant de solides garanties scientifiques.

On peut dire que chez nous, en France méditerranéenne, dans cette entreprise d'implantation de la conchyliculture en mer ouverte, trois entités ont joué un rôle particulièrement important. Dans l'ordre chronologique où leur intervention a été prédominante, on citera : l'organisme scientifique compétent (l'ISTPM), quelques groupes de professionnels conchyliculteurs et le Conseil Régional.

Au départ, notre Institut a eu comme rôle de mettre en évidence les potentialités conchylicoles des eaux côtières du Golfe du Lion et d'attirer l'attention des utilisateurs virtuels et des pouvoirs publics sur cette richesse potentielle. Dans un deuxième temps, il a fallu que cette information reçoive un écho favorable chez certains professionnels. Une vingtaine d'entre eux, essentiellement des conchyliculteurs, y ont cru et se sont lancés avec enthousiasme dans des essais divers. Sans cette réponse positive, et persévérante malgré les échecs, aucune suite n'aurait pu être donné au projet. Grâce à cette détermination des professionnels, les pouvoirs publics et leurs administrations ont trouvé un point d'application pour leur action propre.

Sur ce plan précisément s'est situé le rôle de la Région. L'effort de décentralisation effectué en France après 1981, en instaurant des conseils régionaux dotés de pouvoirs importants a été très bénéfique pour notre cause. La Région ayant totalement adopté, entre autres, les objectifs de mise en valeur du littoral par la conchyliculture a apporté un appui considérable. Elle l'a apporté non seulement sur le plan financier, mais aussi en créant, dans le cadre de l'association: Centre d'Etudes et de Promotion des Activités Lagunaires et Maritimes (CEPRALMAR), des équipes capables d'organiser et de coordonner les actions pour le développement de cette nouvelle conchyliculutre.

Au total, pour arriver au point où nous en sommes actuellement (production d'environ 700 tonnes sur à peu près 70 structures de divers types) il a fallu la conjonction de nombreux facteurs. Néanmoins, il est certain que parmi eux le facteur humain représenté par des conchyliculteurs entreprenants, a été un élément de base irremplaçable.

Pour être complet il faudrait mentionner d'autres facteurs, ceci pourra apparaître dans l'exposé sur les aspects historiques.

En dernier lieu, nous devrons aussi, au cours de ces journées, faire le point sur les perspectives de développement que laisse entrevoir l'état actuel de l'implantation.

Sur ce chapitre, il faudrait non seulement exposer l'état des projets déjà élaborés mais aussi évoquer les obstacles à franchir et les conditions à remplir pour que ces projets puissent se réaliser. Autrement dit, il faudrait évoquer les incertitudes et les difficultés autant que les objectifs prévus et souhaités...

Ainsi, en Méditerranée française, on arrive au stade où la phase expérimentale peut être considérée comme terminée. La suite logique a conduit à élaborer, d'une part un plan de répartition de concessions sur une grande surface marine réservée à la conchyliculture et d'autre part, la création d'infrastructures portuaires adaptées.

Un tel projet soulève des problèmes considérables, dont les plus importants, en plus du financement, sont ceux de l'octroi de terrains bien situés pour le port à créer et le consensus des autres utilisateurs de la mer pour aliéner une part de leurs droits de pêche sur une surface maritime en faveur des conchyliculteurs.

Il s'agit, là encore, de problèmes dont la résolution relèvera du jeu de nombreux partenaires et particulièrement des professionnels de la mer concernés, des responsables politiques nationaux et régionaux et des responsables administratifs divers.

Ce simple survol des questions concernant le thème de la "Conchyliculture en mer ouverte", doit faire prendre conscience de l'abondance des matières à traiter. L'accueil favorable unanime qu'avait reçu la proposition de tenir une consultation sur ce sujet montrait l'intérêt que les membres du CGPM y attachaient. Votre présence en grand nombre ne fait que confirmer cet intérêt. Nous souhaitons que les exposés et les débats ne décevront pas votre attente.

ANNEX(E) E

Introduction générale sur le thème "Récifs artificiels"

par

G. Bombace - I.R.PE.M. - C.N.R. - Ancône

INTRODUCTION

La bande côtière représente la siège principal de reproduction et de première croissance des juveniles de la plupart des espèces concernées par la pêche. Les enquêtes effectuées en divers points de la zona marine côtière italienne révèlent qu'au cours de l'année entière, il existe à l'intérieurs des trois milles (autrement dit de la zona interdite au chalutage) des formes jeunes d'espèces diverses, selon les saisons. D'autres recherches indiquent que les ressources démersale sont surexploitées à cause de l'existence d'un effort de pêche excessif et que les captures sont principalement constituées par des classes d'âge 0+,1. Pour permettre une récupération des stocks dégradés et un accroissement de biomasse, il faut empêcher la capture des formes jeunes, en interdisant le chalutage illégal à l'intérieur de la bande côtière, siège des juveniles. Dans presque tous les pays de la Méditerranée, il existe des lois et des normes qui interdisent la pêche au chalut à l'intérieur de la bande côtière, mais ce normes sont réguilèrement tournées. En effet, si on ne réglemente pas l'effort de pêche ou, dans le cas des ressources démersales on ne le réduit pas, si on n'adopte pas les mesures de mailles nécessaires, es petits bateaux de pêche n'arrivent pas à couvrir leurs coûts s'ils ne capturent pas des classes toujours plus jeunes des espèces concernées par la pêche. Les classes adultes sont de moins en moins représentées dans la structure de ces populations et on ne peut les trouver que très au large ou sur les plateaux d'étage voisins, où la pêche n'est pas très développée.

Une mesure de gestion possible consiste donc à empêcher mécaniquement la pêche au chalut à l'intérieur de la bande côtière interdite à ce type de pêche.

Mais, à l'intérieur de la bande côtière d'autres faits éco-biologiques particulièrement importants se produisent, c'est pourquoi les récifs peuvent jouer un rôle d'accroissement de productivité du système, grâce à une augmentation des surfaces de colonisation, à leur effet abri et rappel et grâce aux possibilités

de recyclage énergétique. Pour certaines zones donc limiter d'espérience des récifs artificiels uniquement à l'effet induit de protection du fond (et par conséquent d'accroissement des juveniles des espèces du fond originaire) ou à l'effet de rappel et de concentration temporaire de poissons, signifie ne pas cueillir toutes les potentialités que le récifs artificiciels peuvent apporter au développement de la pêche.
Il faut que les substrats durs, en plus de produire des effets anti-chalutage ainsi que des effets de rappel sur l'ichtyofaune, réussissent à moduler et à faire démarrer des chaînes trophiques. Ceci peut lier de façon stable les producteurs tertiaires à la zone récifale. Mais les substrats doivent être structurés de façon à ce qu'ils présentent des trous, des cavités, des niches et des abris de formes et de volumes divers, de manière à ce que l'on réussisse toujours à protéger un certain quota d'invertébrés-proie contre la destruction totale que pourraient réaliser les prédateurs carnivores de l'anneau tertiaire.
Il faut de plus ajouter qu'il existe aussi dans la législation italienne des normes et des lois régissant la création de zones de protection biologique (art. 98 du Régl. pour l'exécution de la loi du 14 Juillet 1965 n. 963 - DPR 2 Oct. 1968 n. 1.639) ou des réserves marines (L. 979/82), où la pêche peut être soit partiellement, soit totalement interdite.
L'expérience démontre que ces normes aussi, peuvent très bien être tournée.

1. Définition, but, effets des récifs artificiels.

Les récifs artificiels sont des structures, des installations ou des constructions réalisées par l'homme sur ou au fond de la mer. Pour ce faire, l'homme peut se servir de produits manufacturés, d'objets et de corps divers, artificiels ou d'origine naturelle, dans des buts divers et multiples, comme par ex.:

A - Protection des fonds côtiers contre le chalutage illégal; protetion de biotopes particulièrement importants (ex Herbier de Posidonie, nurserys etc.).

B - Création des surface de colonisation pour organismes sessiles (ex. larves de bivalves sestonophages); de refuges et d'abris pour petits invertébrés (proies) ou pour vertébrés; de refuges pour la protection d'oeufs et de sacs embryonnaires (céphalopodes) ou d'organismes à des stades biologiques délicats (crustacés en phase de mue, reproducteurs etc.); en réalité création d'habitats diversifiées.

C - Création de systèmes technologiquement et écologiquement simples, dans le but de recycler le surplus énergétique qui se concentre dans certaines zones marines côtières. (Conchyliculture associée aux récifs artificiels).

Les effets que l'on obtient grâce aux récifs artificiels articulés peurvent être nombreux; ce sont des effets induits au indirectes dans le milieu préexistant et des effets sur les substrats mêmes des récifs.

Voila quelques uns:

a - halieutiques, comme par ex l'accroissement des juveniles d'espèces surexploitées (espèces benthiques), plus grande disponibilité de ressources pour l'attraction et la concentration d'autres espèces (espèces pélagiques et nectobenthiques etc.);

b - biologiques, comme par ex. la réduction de la mortalité naturelle; augmentation de la production naturelle du fait d'une plus grande disponibilité de nourriture etc.

c - écologiques, comme par ex. diversification des niches; formation de nouvelles chaînes trophiques; protection des milieux marins ayant une certaine importance etc.

d - sociaux-économiques comme par ex sécurité pour les engins fixes, récupération de la petite pêche côtière; associations des pêcheurs, hausse du revenu individuel; gestion différente de la bande côtière etc.

2 - Matériaux, structures et modalités de construction des récifs artificiels -

Différents matériaux ont été jusqu'à présent utilisés, dans la monde, pour réaliser des récifs artificiels.

On passe des matériaux naturels tels que blocs de pierre, des branches et des troncs d'arbre etc. à divers produits manufacturés et à des matériaux de rebut, tels que des carcasses de voitures, des pneus, de vieux bateaux, du matériel de pêche usé (câbles, cordes, engins obsolets etc.), aux produits manufacturés préfabriqués pour le bâtiment (tuiles, tuyaux en ciment etc.), à des produits manufacturés étudiés et réalisés ad hoc, en ciment, en métal et même en fibre de verre.

Les corps peuvent être enfoncés dans le fond, posés sur ce dernier, un par un, ou bien en groups, ou bien sous forme de constructions et architectures s'élevant du fond, ou même fixés au fond à l'aide de lest et de flotteurs entre deux eaux.

Les corps peuvent être simples ou bien structurés avec des cavités,

de niches et des trous de différentes formes et diamètres.
Une installation de récifs artificiels peut être réalisée à l'aide de corps de type différent et ces derniers peuvent être posés sur le fond de la mer selon un dessin et une stratégie particulière, avec divers rapports de densité par rapport à la place, en fonction des buts principaux visés par les récifs artificiels.
Toutes ces différentes formes, structures et modes d'installation des récifs ne sont ni gratuits ni le fruit de pure fantaisie; ils obéissent à des critères et à des conditionnements de caractère soit écologique soit halieutiques ou bien encore sociaux-économiques.
Pas de doute qu'il existe un rapport, devant certainement être approdondi dans ses multiples aspects, entre la nature, la forme, l'architecture et la densité des corps utilisés et les faits bio-écologiques.
Les structures et les corps utilisés jusq'ici en Italie sont très différents.
Les carcasses de voitures ont été presque tout de suite écartées, car elles sont polluantes et parce que les tôles en fer se décomposent au bout de quelques années ainsi que pour d'autres inconvénients concernant leurs stabilité; les pneus usés ont été écartés, même s'ils sont attachés entre eux et lestés, ils sont facilement importés par le chalut; au cours des dernières annèes on s'est tourné vers les corps en beton en utilisant soit des matériaux existants dans le bâtiment, soit en réalisant des corps ad hoc qui pauvaient présenter: les qualités de stabilité et de poids nécessaires pour résister à l'impact des chaluts, les caracteristiques cavitaires pour l'effet abri et protection, les qualités de construction pour créer des architectures sous marines et des surfaces d'installation d'organismes sessiles à différents étages dans les couches d'eau. Ces blocs en beton sont ceux qui ont été étudiés et utilisés par l'I.R.PE.M. du C.N.R. d'Ancône pour tous ses essais.

3 - Aspects historiques concernant ces installations -
Un historique sur les premières expériences de récifs artificiels dans le monde et en Méditerranée a été fourni dans une autre note publiée par le C.G.P.M. - F.A.O. (**Bombace 1980**).
Les premières expériences de récifs artificiels ont certainement été effectuées en Méditerranée dans le but d'empêcher le chalutage illégal près de la côte, problème que les petits pêcheurs de la côte méditerranéenne connaissent depuis toujours.
Voila déjà une première différence vis à vis de la philosophie à

l'origine d'autres essais extra-méditerranées. Alors que pour ces derniers, le but était et est toujours celui de créer des refuges, d'amorcer des conditions d'attraction et de concentration d'organismes divers surtout, et de repeupler les fonds sableux-vaseux; en Méditerranée, à l'origine des essais, le but principal était d'empêcher la pêche illégale au chalut, à l'aide de moyens mécaniques.
Le développement dans études écologiques au cours des quarante dernières années, les recherches sur la colonisation des dives substrats dans le but de prévenir le fouling, les recherches sur les milieux de substrat dur, naturels et artificiels, a fait comprendre aux chercheurs l'importance que la création de récifs artificiels, à des diverses, pouvait revêtir en Méditerranée, jusqu'a la possibilité même d'utilisation des substrats pour la conchyliculture.

4 - Milieux marins et récifs artificiels -
L'implantation et l'évolution des peuplements, pour un même type de récifs varient en fonction du milieu où ils sont réalisés, selon des facteurs biotiques et abiotiques, qui agissent dans le milieu et sourtout des conditions de productivité primaire et paraprimaire.
Une comparaison, devant encore être approfondie, entre des récifs en eaux eutrophiques (ex. milieux moyen-adriatiques) et des récifs même type, en eaux oligotrophiques (ex. milieux côte Nord Sicilienne), permet de procéder à ces premières observations écologiques:

a - Récifs en eaux oligotrophiques: présence constante des végétaux; indice de diversité considérable; évidence de niches écologiques différenciées en fonction du facteur limière; chaînes trophiques complexes avec succession d'anneaux dans la chaîne alimentaire du type suivant: Algues bentiques de substrat dur - Invertébrés détrivores (intersticiels et non) - Macroinvertébrés et poissons carnivores.
Réalisation de la maturité écologique des récifs plus lente que pour les burs anti-chalutage sont importants ainsi que ceux de protection et de refuge, avec l'effet consécutif de l'accroissement de la production vagile. L'anneau tertiaire uniquement peut être utilisé.
b - Récifs en eaux eutrophiques: présence sporadique (Ulvacées) ou absence d végétaux; prédominance de bivalves sestonophages (moules, huîtres ecc.); l'indice de diversité est plus bas qu'ne a), niches écologiques différenciées en fonction de la densité

de l'eau et plus particulièrement du pichonocline; chaînes trophiques plus simples, avec succession d'anneaux du type: Phytoplancton et particules organiques (seston) - Bivalves filreurs - Invertébrés intersticiels - Macroinvertébrés et poissons carnivore.
Réalisation de la maturité écologique très rapide (un an ou deux). Les effets de recyclage énergétique, avec la formation de la biomasse sessile des filtreurs sont importants, de même que l'effet abri et l'effet anti-chalutage. Les anneaux secondaires et tertiaires peuvent être utilisés. Il est superflu d'ajouter que les récifs artificiels doivent être réalisés sur des fonds meubles (sableaux, vaseaux, détritiques). Les fonds rocheux ou accidentés constituent en effet de par eux-même des récifs artificiels.

5 - Réalisations effectuées, en cours et prochaines -

Dans une note à part, on a indiqué les récifs artificiels, en cours de réalisation ou à réaliser prochainement dans les différentes mers italiennes. Ce qui'il importe de souligner ici-même c'est qu'il existe des situations très variées. Certains récifs raprésentent des expériences assez douteuses (Varazze), d'autres ont été étudiés et projetés avant d'être réalisés.
En ce qui concerne le récifs réalisés, on peut observer qu'il existe de petites structures, qui sont de simples corps jetés en mer (quelques blocs de bêton peu nombreux, quelques chalandes, quelques vieux bateaux etc.) dans un but généralement expérimental et de recherche, et des récifs qui couvrent plusieurs centaines d'hectares de fonds marins, dans des buts de recherche-pilote et professionnelle.
Presque toutes les initiatives ont eu une origine expérimentale, elles ont été lancées par diverses administrations, en collaboration avec des organismes de recherche et avec l'adhésion et parfois aussi la participation de petits pêcheurs, exception faite du premier essai effectué à Varazze, sous la poussée de la pêche sportive, où l'on utilisa des carcasses d'automobiles et des pneus usés.
Des 32 initiatives recensées en Italie, n. 8 sont des initiatives réalisées (n. 2 de valeur professionnelle dont n. 1 en Moyenne Adriatique et n. 1 en Thyrrénienne moyenne); n. 3 sont en cours de réalisation (Sicile); n. 10 seront réalisées prochainement (n. 6 en Adriatique, n. 1 en Mer Ligurienne, n. 1 en Mer Thyrrénienne, n. 2 en Sicile et n. 14 sont à l'étude (en projet).
Des n. 10 initiatives prochainement réalisables, n. 2 sont

directement promues et gérées par des organismes de recherche.

6 - Techniques de pêche utilisées à l'intérieur des récifs artificiesl -

Les techniques de pêche utilisées à l'intérieur de la zona marine protégée par des récifs artificiels sont les techniques typiques de la petite pêche par engins fixes.

On utilise doc des nasses de type divers pour mollusques gastéropodes (Spaeronassa mutabilis) et pour seiches; des engins fixes (filets maillants et trémails); des palangres et hameçons pour les poissons. Mais, dans les zones où les récifs constituent des supports ou des substrats pour des initiatives de conchyliculture, la récolte des moules et des huîtres est effectuée par des plongeurs sous-marins.

En ce qui concerne la récolté des moules et des huîtres et la pratique de conchyliculture submergée et suspendue, des problèmes viennent se poser au petit pêcheur qui travaille à l'intérieur de récifs artificiels à fins multiples: soit s'associer à un plongeur soit plonger lui-même.

En effet, les pêcheurs qui utilisent en italie des récifs artificiels de ce type ont engagé des plongeurs, ou bien ils plongent eux-même (s'ils sont jeunes).

7 - Modalités d'xploitation des récifs artificiels -

Du point de vue technique, les modalités d'exploitation d'un récifs artificiels sont assez simples.

Les engins sont jetés près des corps immergés et posés sur le fond d'origine. Si les récifs sont utilisés à des fins aussi de mytiliculture, on doit adopter les techniques et les procédés utilisés pour la mytiliculture en bassins fermés et protégés.

Il s'agit donc d'opérations d'insémination, de sauvegarde et de soins des formes jeunes (naissain); opérations de triage des individus et de nettoyage, de remplacement de cordes suspendues etc.

Du point de vue de la gestion des zones et des installations, il faut que les pêcheurs soient bien organisés et qu'ils aient des zones en concession.Uniquement dans le cas de zones très vastes, où les récifs artificiels sont seulement des corps anti-chalutage, qu'on pourrait faire abstraction de la concession de la zone.

8 - Résultats obtenus ou espérés -

Les résultats obtenus jusqu'ici grâce aux initiatives réalisées peuvent être examinés sous divers aspects.

Du point de vue de la capture: aux espèces de fond meuble d'origine viennent s'ajouter des espèces typiques de substrat dur ou qui fréquentent les récifs artificiels. Il s'agit en général d'espèces ayant une grande valeur économique, comme par exemple: Sars, Oblades, Corbs, Daurades, Bars, Congres, Rascasses ecc. Les rendements de pêche sont supérieurs par rapport aux zones dépourvues de récifs artificiels et ils augmentent progressivement au fur et à mesure que les filets de pêche sont jetés à des distances de plus en plus proches des structures artificielles.
Même les tailles des individus pêchés sont considérables.
Il y a encore un problème à résoudre: comment évaluer la biomasse des espèces vagiles et des poissons plus particulièrement.

Du point de vue de l'exercice de la pêche: la pêche est assez facile du fait de la concentration de poissons que l'on a à l'intérieur des récifs, notamment quand on jète les filets très près des corps immergés. C'est pour cette raison que les petits pêcheurs qui utilisent la zone protégée demandent que l'on n'immerge pas trop des corps ayant des crochets ou des fers divers. Enfin les engins fixes sont protégés contre l'impact du chalut.

Du point de vue socio-économique: à l'aide du faible nombre d'essais effectués, on peut dire que chez les petits pêcheurs, il y a réveil de l'esprit d'association et d'agrégation.
On remarque une hausse du revenu individuel (cf. note **BOMBACE-ROSSI**) et il y a création de nouvelle occupation. Les jeunes surtout sont attirés par ce genre de travail près de la côte.

Du point de vue de la gestion des ressources de la bande côtière: les initiatives sont trop peu nombreuses pour qu'on puisse dire quel accroissement de biomasse et quel développement de la productivité on peut avoir. Il est normal de supposer que l'effet de zones marines protégées par des récifs artificiels peut être comparé à celui d'un arrêt de pêche. Toutefois, l'effet de réconstitution des stocks surexploités et d'accroissement de la biomasse pechable est temporaire, si on ne contrôle pas parallèlement et si on ne réduit pas au besoin l'effort de pêche au chalut, comme celà s'est produit dans d'autres cas d'arrêt saisonnier ou annuel de la pêche (Chypre, Philippines, etc.).
C'est actuellement de la pure fantaisie penser de réduire l'effort de pêche à niveau de la petite pêche au chalut (la plus néfaste et la plus conflictuelle), si on ne donne pas une alternative à ces

petits chalutiers.
Les récifs artificiels, s'ils sont opportunément étendus, peuvent répondre à ce rôle de conversion du chalut côtier aux engins fixes, à utiliser à l'intérieur des zones marines protégées.
Ce qui se passe actuellement en Ancône est tout à fait significatif; les pêcheurs au chalut ont demandé de réaliser une vaste zone protégée par des récifs artificiels, afin de changer le métier, saisonnièrement. Enfin, la concession de plans d'eau côtiers à l'intérieur de la bande des trois milles représente un contrôle spatial de l'effort de pêche, une allocation contrôlée des ressources et un encouragement à changer la mentalité du pêcheur, en passant de la philosophie du chasseur erratique et irresponsable à la philosophie de l'agriculteur responsable de son terrain de pêche.
Les initiatives de zones marines protégees peuvent permettre de récupérer du point de vue socio-culturel la petite pêche jusqu'ici mise de côté et contestée de terre (par l'occupation des sols et des espaces marins d'autres activités) et de mer (par la pêche au chalut, à l'interieur de la bande cotière).

9 - Problèmes rencontrés -
Les problèmes que l'on recontre encore aujourd'ui lors de la réalisation de récifs artificiels sont considérables.
Dans une note d'il y a quelques années (**BOMBACE** 1981), nous avions indiqué trois catégories de problèmes: problèmes techniques; problèmes économiques; problèmes juridiques et de gestion. En définitive, ces types de problèmes sont toujours présents, même si certains d'entre eux se sont réduits et d'autres par contre se sont accrus.
Ainsi, il existe aujourd'hui des Règlements CEE (n. 2908/83) et des Lois nationales (L. n. 41/82 en Italie) qui autorisent des aides financières pour la réalisation de zones de mer protégées par des récifs artificiels, mais les problèmes juridiques et de gestion se sont accrus.
En même temps la CEE pour accorder sa propre aide financière (50% de l'investissement) demande, à juste titre, que les bénéficiaires disposent de concessions décennales et non de concessions annuelles renouvelables. Les démarches bureaucratiques sont encore lentes et confuses. A la lumière de l'expérience il faudrait distinguer les différents types de récifs artificiels. Lorsqu'il s'agit de zones marines protégées uniquement contre le chalutage, zones nécessairement vastes et au bénéfice aussi bien de la pêche au chalut, qui est exercée au dehors de la zone protégée, on devrait

laisser de côte la concession. La zone protégée est autrement dit au bénéfice de tous ("erga omnes").
Si par contre, la zone marine protégée est polyvalente et par conséquent constituée de corps et de supports divers, étant de necessité plus petite et plus fournie d'installations, elle doit disposer de concession pour une gestion correcte de l'installation et des ressources.
Autre problème: une fois réalisée, la zone marine protégée, tout le monde veut aller pêcher dans cette zone du fait que la pêche y est plus facile et plus sûre et du fait qu'elle est économiquement plus rentable. Il faut par conséquent dimensionner et proportionner les espaces marins protégés en fonction des besoins de la petite pêche et ce n'est pas simple. Des problèmes de conflictualité peuvent enfin se produire avec d'autres pêches à l'intérieur des trois milles comme par ex. la pêche aux petites praires (vongole) et d'autres bivalves en Adriatique. Ces faits toutefois poussent et pousseront toujours de plus en plus les administrateurs à prendre en considération la philosophie d'une amenagement intégré de la bande côtière, autrement dit d'une programmation des interventions et des besoins des divers utilisateurs.
Quant aux problèmes technico-scientifiques, ils sont divers mais peuvent être résolus au fur et à mesure que les expériences s'accumulent et que la recherche approfondit les différents aspects. Les problèmes concernent surtout: où, comment, avec quels matériaux et quelles architectures construire les récifs, à quelle distance de la côte et à quelle profondeur immerger les corps, quand les immerger, comment recenser le ressources et évaluer la biomasse des divers groupes d'animaux présents ecc.

10 - Rôle des divers protagonistes: pêcheurs,chercheurs,collectivité
A la lumière de l'expérience, il faut souligner que la réalisation de récifs artificiels comporte une étroite collaboration entre les pêcheurs, les chercheurs et les administrations concernées.
Cette collaboration doit naître dès l' étude du projet des installations et de la stratégie à suivre, elle doit se poursuivre au moment de l'exécution des travaux et elle doit s'intensifier au cours de la troisième phase, c'est à dire au moment de la gestion des installations et des ressources. La CEE a par conséquent bien fait en prétendant que les projets de récifs artificiels admis au financement, porte le nom d'un organisme de recherche, pour toutes les études et enquêtes nécessaires.

11 - Modalités de financement -

Jusqu'à présent, les financements pour la réalisation de récifs expérimentaux, en Italie, ont été accordés soit par des organismes de recherche, par ex. le Conseil National des Recherches (P.to Recanati, petit module expérimental pour Portonovo) soit par le Ministère de la Marine Marchande (zone de Frégène) avec la participation du C.N.R.

Aujourd'hui, des financements sont disponibles, aussi bien de la part de la CEE (Règlement 2908/83, P.I.M.), que de la part de l'Etat, que de la part aussi d'Administrations Publiques (Communes, Provinces, Consortiums de repeuplement). Toutefois, aucun de ces financements n'a encore été effectivement utilisé. Il existe néanmoins des projets de récifs en cours qui reposent sur ces financements.

12 - Programmes scientifiques d'accompagnement -

Même si le début des recherches sur le sujet "Récifs artificiels" a été très pragmatique, les initiatives de récifs réalisées, les expériences accomplies et les observations faites nous suggèrent les lignes de recherche qu'il faut mettre en oeuvre pour avoir un cadre des complexes interactions de caractère écologique, biologique, technologique et socio-économique qui s'établissent pendant la réalisation et la gestion des récifs artificiels.

Brièvement, voici quelles sont les lignes de recherche qui peuvent être proposées:

A - Etudes et recherches sur le milieu où seront réalisées les zones marines protégées par des récifs artificiels. (Paramètres physiques,chimiques; phyto et zooplancton; nature des fonds etc.).

B - Etudes et recherches de caractère bio-écologique sur les substrats des récifs artificiels (Espèces végétales et animales; colonisation et succession écologique des peuplements, en rapport à la nature des substrats et à d'autres caractéristiques; indices de diversité; d'affinité entre différents récifs; rapports et reseaux trophiques etc.).

C - Etudes et recherches sur l'evaluation des ressources et sur les rende- ments de pêche. (Estimation de la biomasse des organismes sessiles; mo talité, recrutement etc.; rendements comparatifs de pêche à l'aide de divers engins entre les zones à récifs artificiels et les zones dépour vues de récifs ou bien entre les zones avec récifs artificiels de milieu différent); le problème

concernant le mode d'évaluation de la bio masse des poissons et des espèces vagiles demeure ouvert, de même que le problème consistant à comprendre quel est le rapport qu'ils entretiennenet avec les récifs artificiels.

D - Etudes et recherches de caractère socio-économique.
Il s'agit avant tout de mener une enquête préliminaire, auprès des coopèratives et des organismes promoteurs, sur la petite pêche existan te (nombre de pêcheurs, engins utilisés, coûts-bénéfices ou toute autre chose utile).
Enfin, étudier et suivre les effets socio-économiques consécutifs à la réalisation de récifs artificiels (association de pêcheurs, nouveaux emplois, rendements économiques par rapport au passé etc.).

13 - Complémentarité entre les récifs artificiel etlaconchyliculture
Les récifs artificiels, s'ils ne représentent pas de simples obstacles contre la pêche au chalût, peuvent être utilisés comme support à l'installation et à l'élevage de moules et d'huîtres.
A un niveau technologique, on peut spécialialiser une partie de la zone marine protégée à l'aide de structures supportant des câbles et des bras (cages), mais qu'il faut de toute manière protéger par des corps anti-chalutage, afin d'éviter l'impact d'engins traînants.
A niveau biologique, les substrats des récifs artificiels peuvent agir comme source de naissain pour des viviers et des parcs à moules côtiers.

14 - Aspects économiques des récifs artificiels: activités en découlant, potentiel de développement etc. -
Les récifs artificiels à fins multiples, du moins dans les zones de l'Adriatique Moyenne et de la mer Thyrrénienne moyenne, où ont été effectués des essais d'une certaine ampleur, résultent valables au point de vue économique.
Une communication sur les revenus des pêcheurs travaillant dans une zone marine protégée (P.to Recanati) par rapport à des pêcheurs travaillant dans une zone dépourvue de récifs artificiels, est présenté ici même. De cette enquête il ressort que de la gestion et de la réalisation d'une zone marine protégée il dérive des effets de création d'emplois, agregation social et de hausse de revenu.
Il faut encore continuer les expériences sur vaste échelle et évaluer les effets qui dérivent de récifs réalisés dans des milieux divers.

L'extension sur vaste échelle des initiatives peut représenter un instrument de gestion valable pour les ressources de la Mediterranée.
Une vaste zone marine protégée se comporte comme un arrêt de pêche définitif. Naturellement un contrôle de l'effort de pêche et une mise en oeuvre d'une stratégie de conversion de la petite pêche au chalût en petite pêche polyvalente à engins fixes, demeurent toujours indispensables.

15 - Facteurs limitants: division de l'espace des ressources, conflits potentiels intra et extra sectoriels -
Dans cette perspective de protection et de mise en valeur de la bande côtière il existe certainement de nombreux problèmes.
En plus de ceux d'ordre biologique, écologique, technologique, etc., il en existe d'autres de stratégie générale. Il faut avant tout souligner que la bande côtière ne peut pas être toute équipée pour la réalisation de récifs artificiels. Il faut laisser de la place pour toutes les autres activités qui se déroulent principalement dans la bande côtière. Mais, c'est de ce besoin de place des divers utilisateurs qui naît le besoin d'une amenagement intégré, autrement dit d'une programmation des interventions au sein de la bande côtière (Etudes et Revues n. 58, C.G.P.M.-F.A.O.).
Il est certaine que une fois que les récifs artificiels sont réalisés, les appétits se déchaînent. Tout le monde veut aller pêcher dans les récifs, du fait des avantages qu'ils offrent.Les résultats obtenus multiplient les attentes et il est tout à fait clair qu'il faut multiplier les initiatives pour les satisfaire.

16 - Rôle des instances politiques et administratives -
Les organes politiques et administratifs devraient prendre sérieusement en considération les perspectives qui s'ouvrent à travers cette voie, pour la protection et la mise en valeur de la bande côtière.
Compte-tenu que presque partout en Méditerranée, les normes de gestion sont plus ou moins tournées (mesure des mailles, controle de l'effort de pêche, interdictions spaciaux-temporelles etc.), la possibilité de protéger stratégiquement des morceaux de bande côtière peut être particulièrement utile pour éviter une crise des ressources, accroître la production à l'aide d'autres ressources dans les zones côtières à surplus énergétique, récupérer la petite pêche, faciliter la conversion de certains pêcheurs et créer de nouveaux emplois.

Pour tout celà il faut qu'il y ait un plan politique, un plan d'aménagement et de mise en valeur de la bande côtière, de façon à ce que les décisions administratives et financières soient cohérentes. En accord avec cette ligne de conduite, il faut que les démarches bureaucratiques et administratives soient simplifiées et facilitées (autorisations, concessions etc.).

17 - Conclusion -

Il faut continuer le vaste travail de recherche que ce type d'initiatives exige.Toutefois, pour certaines zones, les résultats obtenus sont positifs et indéniables. Pour ces zones on peut passer à une multiplication des initiatives. L'Etat et les Pouvoirs Publics doivent aider ces initiatives uniquement pour la première installation. La gestion de l'installation et son extension dans le temps et dans l'espace doivent être à la charge des pêcheurs. Tout ceci doit être accompli dans le cadre d'une politique de programmation et par conséquent d'amenagement intégrée de la bande côtière.

Bibliographie

Bombace G. 1980 - Note sur les experiencés de création de recifs artificiels en Italie - C.G.P.M. (FAO).
XVème Sess. Palma de Majorque, Espagne: 321-337.

ANNEX(E) F

Historique de l'implantation de la conchyliculture en mer ouverte (Méditerranée française)

par

René Raimbault

IFREMER, 1, rue Jean Vilar 34200 - Sète

SUMMARY : HISTORY OF INTRODUCTION OF MOLLUSCS CULTURE IN FRENCH MEDITERRANEAN OPEN SEA.

Until now, in french mediterranean areas, oysters and mussels culture has only been done in sheltered places. But no important extension is possible there. On the other hand, from 1970 to 1975, various observations led to the establissement that varied resources concerning molluscs culture (gathering of flat oysters spats, mussels rearing, etc...) could be obtained in the coastal waters of the sea. Nevertheless difficulties due to strong storms requested long technical researches. After five years of attempts for rearing with iron frames (1977-1982), in 1982, the successful experience realized by means of a long-line has been an important step. To day, the technical impediment has been overcome by means of two or three methods. Therefore it has been admitted that the experimental period has come to its end.

INTRODUCTION : Certains aspects généraux du processus de l'implantation de la conchyliculture en mer ouverte, présentés dans l'"Introduction générale", font ressortir des traits de l'histoire de cette implantation dans notre Méditerranée française.

Ici sera simplement rapportée la succession des opérations concrètes qui ont marquées cette histoire et elle le sera de façon succincte.

Pour la clarté de l'exposé, nous considérons que le déroulement de cette histoire a comporté trois phases successives :

- la phase de mise en évidence des potentialités conchylicoles du milieu (1970-1975),
- la phase des essais tendant à résoudre les problèmes techniques (1976-1982),
- la phase qui a suivi la mise au point de techniques fiables (1982-1986).

1. La mise en évidence des potentialités du milieu.

Avant 1970, personne dans nos régions ne se posait la question de la possibilité d'une implantation de la conchyliculture dans les eaux côtières. Un préjugé régnait sur la pauvreté des eaux marines par opposition à la richesse trophique des eaux lagunaires, richesse sur laquelle il convient d'ailleurs d'apporter

des nuances (RAIMBAULT, 1983).

Personnellement, nous nous étions cependant interrogés plus d'une fois sur le fait de savoir si l'utilisation exclusive de lagunes pour la conchyliculture s'expliquait uniquement par leur supériorité de productivité ou par la relative facilité de travail qu'elles offraient du fait de leur caractère abrité.

L'histoire de l'implantation de la conchyliculture dans le golfe du Lion apporte une réponse à cette question.

En 1968, un récif fut immergé devant Palavas sur des fonds de - 20 m environ. Un résultat inattendu mais fort intéressant fut que, chaque année, d'abondantes fixations de naissains d'huître plate (Ostrea edulis) s'observaient sur les carcasses de voiture. Ce fait contribua fortement à attirer l'attention des pêcheurs locaux, de l'I.S.T.P.M. et des administrations maritimes. Une ressource conchylicole semblait pouvoir être exploitée dans cette zone. En 1972, des opérations de captage en divers points du secteur furent entreprises par les pêcheurs et suivies par l'I.S.T.P.M. Les résultats à nouveau furent positifs (RAIMBAULT et ARNAUD, 1974).

En 1973, l'I.S.T.P.M. réalisa un programme de prospection pour savoir si ce phénomène de fixation de naissains d'Ostrea edulis s'observait dans l'ensemble du golfe du Lion. Des lots de collecteurs furent immergés en vingt points allant de la Camargue jusqu'au sud du Cap Leucate.

Des résultats positifs furent observés dans la plupart des zones prospectées (RAIMBAULT et coll., 1975).

En 1975, sur le site de Port-la-Nouvelle, de nouveaux essais de captage de naissains et d'élevage d'huîtres furent effectués par l'I.S.T.P.M. à trois profondeurs différentes (- 5 m, - 8 m et - 20 m). En bref les résultats suivants furent observés :

- taux de fixation de naissain : excellent aux trois profondeurs,
- taux de croissance de l'huître plate :
  - . excellent à - 5 et - 8 m (7 à 11 g/mois)
  - . nettement moindre à - 20 m (5 g/mois)
- mortalités :
  - . très élevée à - 5 m et - 8 mm (20 %)
  - . faible à - 20 m (8 %)
- fixations d'épibiontes (bivalves, ascidies, polychètes, etc...) :
  - . très abondantes à - 5 et - 8 m
  - . quasi nulles à - 20 m.

Ajoutons que la tenue mécanique des installations n'a été que de quelques mois à - 5 m ; qu'à - 8 m les éléments étaient encore très malmenés ; en revanche, à - 20 m les contraintes mécaniques étaient nettement moindres (RAIMBAULT, 1976).

Parallèlement à ces opérations programmées, diverses observations, en particulier celles de moules fixées sur des corps flottants, semblaient indiquer que leur croissance était rapide et leur qualité excellente

Au total, de 1970 à 1976, tout un ensemble de données convergentes faisaient prendre conscience que les eaux du golfe pourraient renfermer des potentialités conchylicoles importantes et jusque là insoupçonnées.

Pour aller au-delà du stade de simple constat de la richesse du milieu, la seule solution était que des professionnels de la mer prennent le relais et tentent eux-mêmes des essais à une échelle et avec des moyens plus importants.

Parallèlement à l'observation des résultats l'ISTPM menait des actions d'information pour attirer l'attention à la fois des professionnels et des Pouvoirs Publics sur les ressources potentielles du littoral.

2. Phase des essais par et avec les professionnels.

Après quelques opérations sans lendemain effectuées en 1975, c'est à partir de 1977 que quelques groupements de conchyliculteurs s'attaquèrent résolument au problème sur quatre concessions expérimentales de 10 ha chacune. Deux d'entre elles se situent par fonds de - 20 m à proximité du Cap d'Agde, l'autre, un peu plus à l'est, face au Grau de Marseillan, à - 20 m également. La quatrième concession se localise au large de Gruissan (Aude) (fig. 1).

Cette phase de six années d'essais effectués par des professionnels a été riche en enseignements divers. A certains égards on peut considérer qu'elle a été décevante, non pas sur le plan des résultats biologiques mais sur celui des échecs répétés dans le domaine technique.

2.1. Aspects biologiques.

Sur le plan biologique, l'essentiel des observations peut se résumer en quelques points.

2.1.1. Collecte de naissains.

Que ce soit dans le secteur de Gruissan-Port-la-Nouvelle ou dans celui du Cap d'Agde, les fixations de naissains d'Ostrea edulis furent abondantes chaque année, mais sans que l'on sache tirer partie ensuite de ces récoltes.

En 1982, une opération de captage de grande envergure, portant sur 100 000 collecteurs dits "chapeaux chinois", se soldait par la présence de 24 naissains/dm² en moyenne au début d'octobre (dont 45 % de tailles supérieures à 8 mm), soit 5 à 600 naissains par collecteur et 50 millions de naissains au total. Les promoteurs de cette opération avaient prévu de vendre ce naissain en Espagne. Malheureusement les collecteurs n'ayant pas été relevés avant l'ouragan du début de novembre, cette récolte prometteuse a été totalement perdue ainsi que les 100 000 collecteurs.

2.1.2. Elevage.

Pour diverses raisons, c'est la moule (Mytilus galloprovincialis Lmk) qui a fait l'objet des principales tentatives d'élevage. Les résultats obtenus ont toujours été suffisamment prometteurs pour que les intéressés demeurent motivés et maintiennent leurs efforts malgré les pertes dues aux difficultés techniques. Un suivi précis effectué pendant neuf mois, en 1980, montrait que la croissance et la qualité des moules étaient sensiblement supérieures en mer à ce qu'elles sont dans une bonne zone de l'étang de Thau (Y.KRICHEN, 1981).

Pour les huîtres Ostrea edulis et Crassostrea gigas, les données furent nettement moins abondantes et précises. Toujours au cours de la même année 1980, les résultats de Y.KRICHEN, pour les huîtres élevées en mer, étaient inverses de ceux de la moule ; leur croissance fut inférieure à celles observées dans l'étang de Thau.

Toutefois, que ce soit pour les huîtres ou pour les moules, les résultats sont étroitement liés à la technique utilisée. A partir de résultats ponctuels sur des quantités limitées, obtenues avec tel ou tel procédé, il est probablement hasardeux d'en déduire ce que pourraient être les rendements à l'échelle professionnelle le jour où des surfaces importantes seraient mises en exploitation.

Or, au cours de cette période il n'y eut que peu de cas où il fut possible de chiffrer des rendements globaux portant sur des quantités professionnellement significatives.

Le plus souvent les opérations en cours et leur suivi furent plus ou moins précocement interrompus par destruction ou dispersion des installations immergées, faute d'une technique adaptée aux contraintes mécaniques de la mer.

Il faut donc aborder au moins succintement les principaux aspects de la recherche technologique qui eut lieu au cours de cette phase.

2.2. Aspects techniques.

Pour parvenir à implanter la conchyliculture il fallait mettre au point des structures répondant aux exigences suivantes :

- que les structures demeurent stables même par forte tempête,
- que les mollusques eux aussi demeurent en place sur la structure, par mauvais temps,
- que les opérations proprement conchylicoles puissent se faire de façon relativement facile, et entre autre, sans que la plongée soit exigée pour ce travail conchylicole,
- il faut encore que le coût (investissement et fonctionnement) comparé aux résultats obtenus fasse apparaître un bilan économique positif.

Au départ, s'opposant au point 1 (le maintien des structures), il y avait le risque présenté par le passage de chalutiers sur les installations. Ce risque coupait court à toute velleité éventuelle de se lancer dans cette activité. Une parade a été mise au point dès 1975 ou 1976 sous forme de protection des parcelles par des pieux sortant d'un mètre au-dessus des fonds (procédé mis au point par M.MAFFRE).

Ce système dissuasif étant mis en place, il devint très vite évident que, même à - 20 m, par fortes tempêtes, la houle et les courants ne permettaient pas d'utiliser n'importe qu'elle structure supportant les mollusques.

2.2.1. Essais d'élevage sur cadres (1977-1982).

Pour les premières tentatives d'élevage, un seul type de support était envisageable, à la fois parce que le plus simple, le moins coûteux et offrant le moins d'objection de la part des services administratifs : c'était le cadre métallique que l'on dépose sur le fond.

Les premiers cadres de forme cubique ou en tronc de pyramide, faisant 3 m de hauteur, ne résistaient pas aux fortes tempêtes. Au cours de 1980 et 1981 les problèmes de maintien furent résolus, à la fois par voie théorique (étude du BCEOM et de Y.KRICHEN) et empirique. Avant même que la définition théorique des normes soit établie, des conchyliculteurs de Marseillan (MENOU père et fils) mirent au point une structure dont ils démontrèrent la bonne stabilité pendant près de deux années.

Toutefois, tel quel, ce mode d'exploitation n'était pas appelé à se poursuivre pour deux raisons :

- après une tempête particulièrement sévère de décembre 1981, bien que les cadres n'aient pas bougé, une grande partie des moules fut perdue,
- en outre, une analyse des rendements au cours des deux années montrait qu'ils diminuaient avec le temps et la rentabilité d'une telle exploitation devenait douteuse. L'origine des pertes n'a pas été totalement élucidée. Il se pourrait qu'elles étaient dues à la prédation par des poulpes.

De toute façon, si la technique des cadres immergés a été adoptée au départ, ce n'est pas qu'elle ait été jugée comme devant donner les meilleurs résultats. Au contraire, ce système qui oblige à entasser une grande quantité de mollusques sur une faible surface et à un même niveau n'est sûrement pas celui qui favorise la collecte la plus efficace des particules alimentaires du milieu.

Les systèmes qui maintiennent les animaux à la verticale, en les répartissant dans une large tranche d'eau, doivent à priori assurer une meilleure croissance. Or de telles techniques sont utilisées en mer ouverte sur des fonds importants, soit sur des radeaux flottants, si le site n'est pas trop agité (Galice espagnole), soit sur des câbles maintenus horizontaux par ajustement de corps morts et flotteurs (système des "long-lines" du Japon appelé "filière" en France).

Nous souhaitions donc que les conditions rendant possible l'essai de tels systèmes soient un jour réunies.

Quoi qu'il en soit, le point final des essais d'élevage sur cadres survint au début de novembre 1982, lors d'un ouragan historique qui détruisit tout ce qui était posé sur les fonds.

2.2.2. Essais d'élevage sur filières (1982-1983).

La réalisation d'une filière de type japonais adaptée aux conditions très dures de la mer ouverte dans nos zones côtières, supposait des investissements sensiblement plus lourds que les cadres, à la fois par le coût de la structure elle-même et aussi par les exigences de signalisation imposées par les administrations responsables de la sécurité de navigation. C'est ce qui rendait difficile d'adopter ce système au départ des essais.

En 1981-1982, grâce au concours technique d'un ancien ingénieur des Phares et Balises (H.ESPUNA) et à l'adoption résolue d'une politique de développement des ressources côtières par la Région, une filière immergée de 160 m de longueur utile put être installée près du Cap d'Agde au mois de mai 1982. Au début de juin, 130 cordes chargées de moules y furent suspendues. La figure 2 présente le schéma de ce prototype de 1982.

Les résultats de ce premier essai furent les suivants.

D'une part, le gros problème de la tenue mécanique de la structure et celui du maintien des moules par forte tempête a subi un test dépassant en sévérité tout ce qu'on pouvait imaginer au cours de l'ouragan sans précédent qui s'est abattu sur la région les 6, 7 et 8 novembre 1982. Alors que toutes les autres installations à la mer ont été emportées, y compris les grosses balises qui signalaient la filière, la structure, elle, n'a pas bougé ; aucune rupture de câble, aucun flotteur arraché, et qui plus est, à part quelques unités, les cordes chargées de moules sont elles aussi demeurées en place.

D'autre part, la croissance estivale s'est révélée remarquable : de 20 kg au départ le 10 juin, une corde était passée à 66 kg en septembre après quatre mois d'immersion.

Au moment de la récolte, effectuée en février-mars 1983, au bout de 8 à 9 mois d'élevage, le poids initial de 2 375 kg était multiplié par 4 à 5 (on ne peut avancer un chiffre précis du fait de l'interférence des fixations de naissains après l'immersion). Ces résultats étaient extrêmement encourageants et donnaient beaucoup d'espoir pour l'avenir. Il reste toutefois encore à mieux connaître, sur une plus longue durée, quel serait le bilan économique global du procédé et à apporter des améliorations au prototype de manière à en réduire le coût en particulier.

Tout cela fut réalisé par la suite (cf. exposé de B.VIDAL-GIRAUD sur l'état actuel du développement au cours de la Consultation Technique).

D'autres modèles de filières immergées ont aussi été conçus et essayés dans les années qui ont suivi (VIDAL-GIRAUD, 1983, FABRE, 1983).

Une filière d'un type complètement différent, appelée filière de fond, a été mise au point par des conchyliculteurs et a été essayée avec succès elle aussi en 1983 (filière MENOU).

Ce procédé qui consiste en une série d'ancrages et de flotteurs se présente comme une succession d'arches, portant chacune 8 filets de moules de 3 m de longueur. Ce système permet aussi un travail sans recours à la plongée et se maintient parfaitement au cours des tempêtes. Il est particulièrement adapté à un travail artisanal et ne nécessite pas d'embarcation importante (fig. 3).

Il faut encore ajouter qu'en 1984, une autre structure d'élevage très originale a été mise au point par H.ESPUNA. Il s'agit d'une sorte de coupole se posant sur le fond et qu'on peut faire remonter en injectant à l'intérieur de l'air comprimé par l'intermédiaire d'un tube (cf exposé de B.VIDAL-GIRAUD).

Cet engin appelé ESPUNALEIX a été essayé en 1984. Il n'est pas encore possible de se prononcer sur les qualités du système.

CONCLUSION :

Aujourd'hui on peut considérer que la phase expérimentale de l'implantation de la conchyliculture en mer ouverte est terminée. Il s'est confirmé que le littoral du Golfe du Lion offre des potentialités considérables au développement de la conchyliculture. Toutefois, si les problèmes techniques sont maintenant dépassés pour l'essentiel, il est tout à fait évident que seule une part infime des potentialités théoriques offertes par le milieu pourra être exploitée. Les possibilités d'absorption du marché ne sont pas sans limites. En outre les problèmes de partage de l'espace entre les divers usagers de la mer (pêcheurs, plaisanciers, navigateurs) ne sauraient manquer d'être soulevés le jour où des surfaces importantes deviendraient concessions. Le problème des infrastructures à terre, indispensables à une telle activité, seront probablement ardus à résoudre également.

Comme on le voit, si un travail préalable capital a déjà été fait pour rendre possible l'implantation de la conchyliculture en mer ouverte, il ne s'agit cependant encore que des prémices d'une réalisation de très longue haleine. Il est vrai que celle-ci ouvre des persepctives de valorisation des zones côtières du golfe du Lion d'une grandeur sans précédent.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

FABRE (T.), 1983. - Conchyliculture en mer ouverte : contribution à l'étude des aspects technologiques. Public. Cons. Rég. L.R. et CNEXO, Cepralmar. 90 p. et ann.

JACQUEMOND (F.), 1983. - Essais de prégrossissement et de grossissement de l'huître plate "Ostrea edulis L. au large des côtes du Languedoc-Roussillon. DEA USTL, 3 sept. 83 ; 36 p. + 24 HT. fig. et tableaux.

KRICHEN (Y.), 1981. - Contribution à l'étude de la conchyliculture en mer. Biologie comparée avec celle du milieu lagunaire et technique d'élevage. - Mem. de 3ème cycle de l'INAT, 222 p., ronéo.

RAIMBAULT (R.), 1976. - Expériences de captage de naissains et d'élevage d'huîtres en mer près de Port-la-Nouvelle en 1975. Rapport ronéo 7 p.

RAIMBAULT (R.), 1983. - Etangs salés et conchyliculture en Méditerranée française. - Rapp. Comm. int. Mer Médit., 28, 6, pp. 97-102.

RAIMBAULT (R.), 1984. - La conchyliculture en Méditerranée française. Haliotis (Rev. Sté Française de Malacologie) n° 14, 22 p.

RAIMBAULT (R.) et ARNAUD (P.), 1974. - L'huître plate (Ostrea edulis) en mer Méditerranée et les possibilités de son exploitation. - Rapp. Comm. int. Mer Médit., 22 (6), 25-27.

RAIMBAULT (R.), ARNAUD (P.) et HAMON (P.Y.), 1975. - La récolte du naissain d'Ostrea edulis en Méditerranée (prospection de 1973 sur les côtes du golfe du Lion). - Rapp. Comm. int. Mer Médit., 23 (3).

VIDAL-GIRAUD (B.), 1983. - Le développement de la conchyliculture en mer en Languedoc-Roussillon. Public. Cons. Rég. Lang. Roussillon, Cepralmar, 26 p. nbs tabl. et fig.

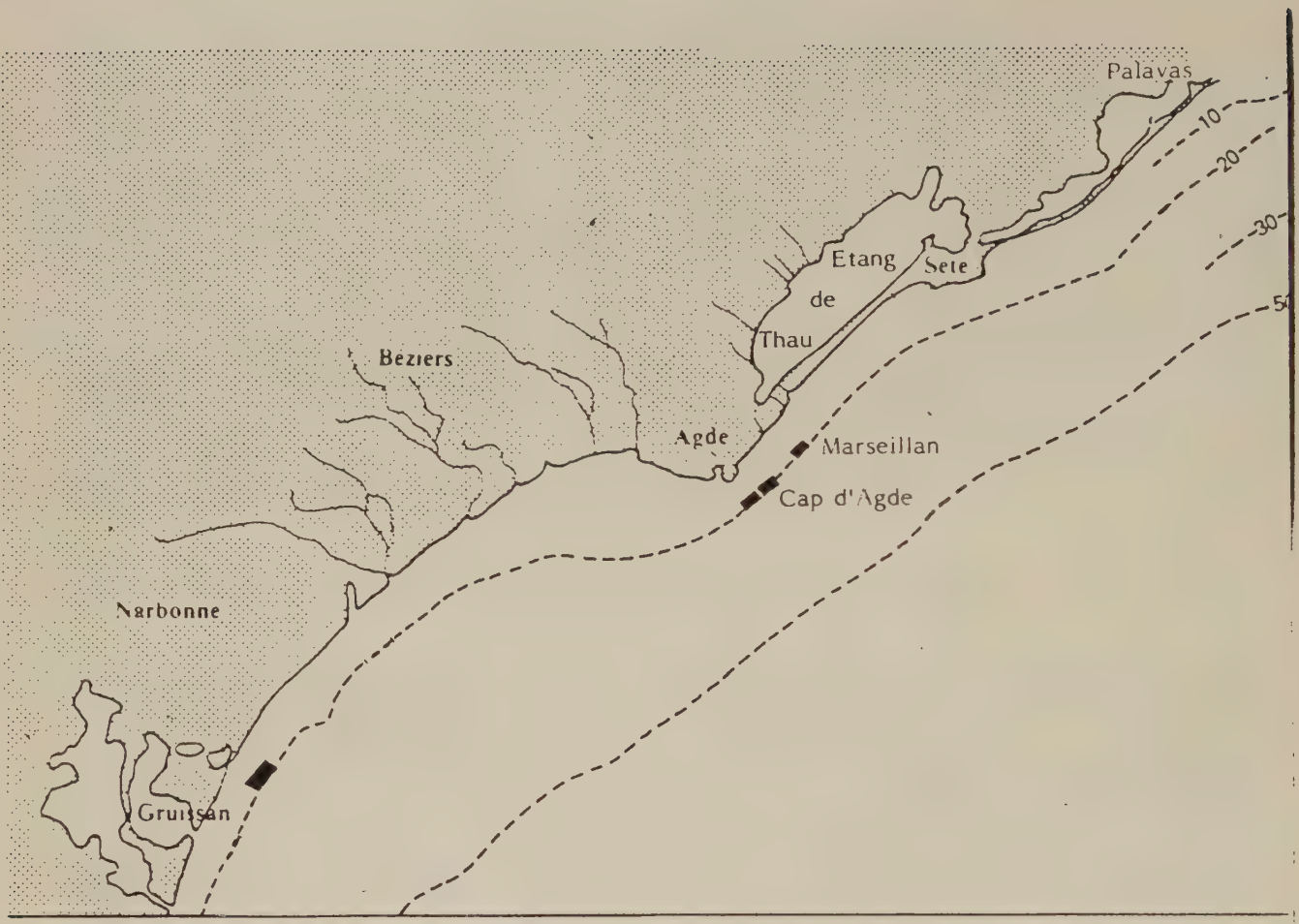


Fig. 1 : Sites principaux des essais professionnels (▬ premières concessions expérimentales).
(Main places for attempts (▬ first experimental grantings).

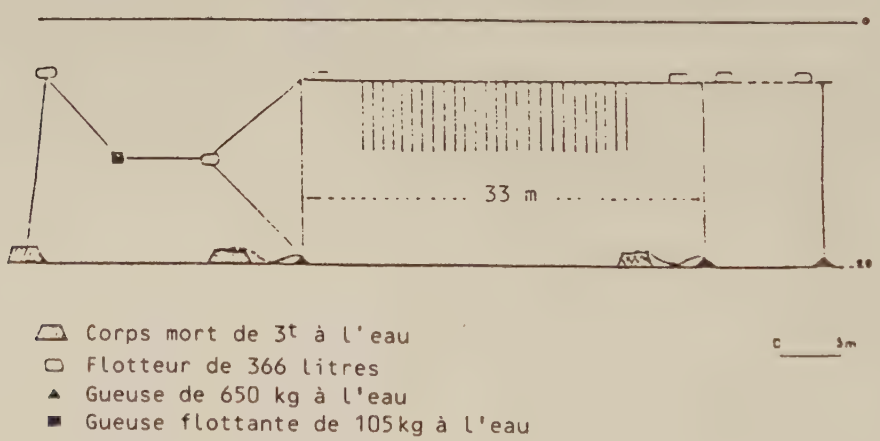
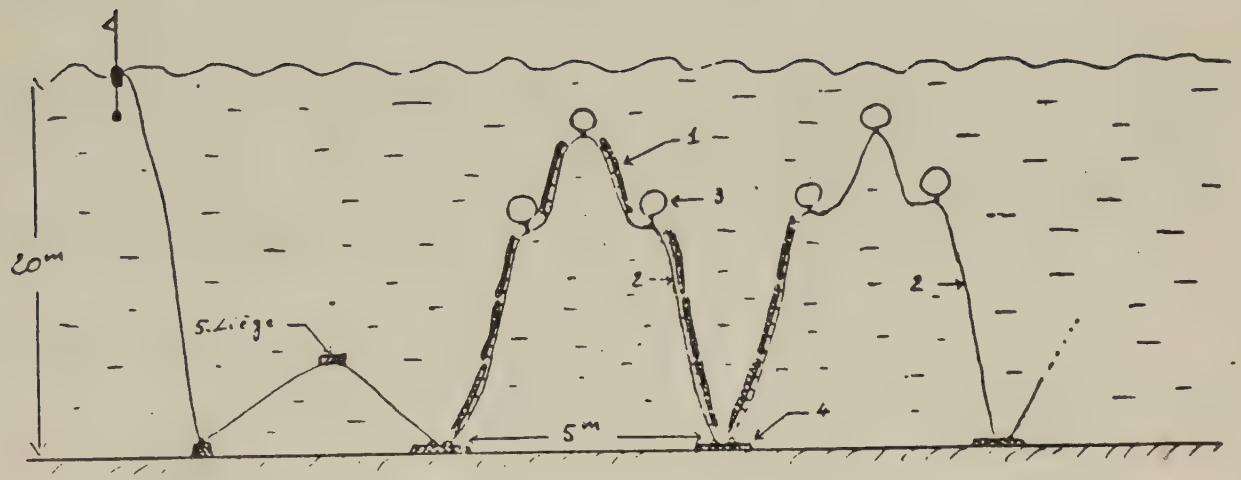


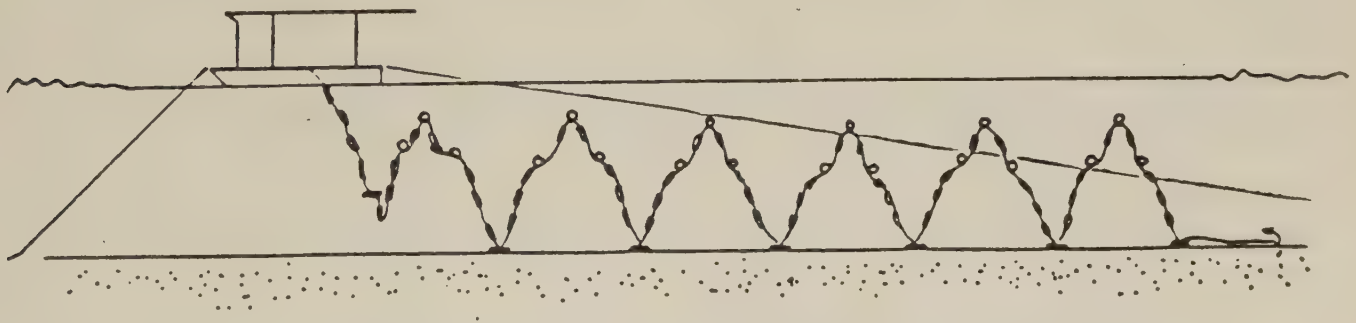
Fig. 2 : Schéma de la première filière (Cap d'Agde, 1982).
(avec une extrémité et 1 des 5 segments de 33 m).

(Draft of the first long-line tried in 1982, at Cap d'Agde).



Détail de la filière de fond. (Details of bottom long-line).

1 - Filet avec moules (type Thau 3 m). (Net with mussels).
2 - Cordage porteur Ø 15-20mm. (Bearer rope).
3 - Flotteur de chalut (11 l). (Float used for trawl).
4 - Corps-mort de 80 à 100 kg. (80-100 k sinker).
5 - Liège. (Piece of cork).



Mise en place de la filière. (Launching of bottom long-line).

Fig. 3 : Filière de fond (système MENOU).

(Bottom long-line : MENOU's system).

ANNEX(E) G

Development of Mussel Culture along the Bulgarian Black Sea Coast

by

V. Popov and S. Zlatanova
Fisheries Institute, Bourgas, Bulgaria

I. The length of the Bulgarian coast line is 371 km. 34% of the coast are beaches suitable for development of touristic industry. Areas of clean waters and depths over 10 m are situated in open sea and are unprotected from waves and winds. Dominant winds are from N and NE, in some cases with 8-9 wind force (Beaufort) and waves height 5-6 m. Due to fast changes in wind direction, frequent fogs and orientated from different directions high sea, the basin is considered as difficult for navigation.

The average salinity of the Black Sea surface layers is 16.0-18.5‰. The Danube and other big rivers pour their waters into the sea and a strong coastal current directed N-S runs along the shore.

The Balkan mountains divide the coast into northern and southern sectors with 2.0°C difference in the average annual temperature of the sea surface. The southern coast has a milder climate. 85% of the Black Sea fishing and 98% of Bulgarian fisheries are concentrated in this area.

II. But of a total of 167 fish species in the Black Sea, 10 to 12 are of commercial importance. Bulgarian catches, 3000 t in 1963, increased up to 16 000 t in 1984,the annual allowable yield being 20 000 t. In the years 1971-1984 the Bulgarian Black Sea fleet was fully renewed by modern trawlers (25.5 m; 300 h.p.) capable to exercise coastal and exploratory fishing. While the highest yield of the old fishing vessels was about 150-200 t yearly the new trawlers catch in an average 1 000 t annually. Labour conditions and security are considerably improved, especially through mechanization.

For the last 20 years, mainly due to the ocean catches, fish consumption in the country has largely increased: from 3.4 kg per capita in 1965 to 8.3 kg in 1985. Consumption of Black Sea fish in 1984 is 0.6 kg per capita. In 1990 this figure is expected to reach 1.0 kg per capita.

Mussels both fresh and precessed are a traditional food along the coast: in 1973 mussel production was 1 000 t wild fresh.

III. The mussel Mytilus galloprovincialis Lmk. is an abundant species in the Black Sea. Its total biomass was estimated at 9.5 million t by Greze in 1952. Abadjieva and Marinov in 1967 estimated mussel stock at 300 000 t for the Bulgarian waters with annual allowable yield up to 50 000 t. Those estimates have considerably changed. Rapana thomasiana (a predatory snail of the Murecidae family) and O_2 deficiency related to algae blooms depleted to a great degree the commercial mussel stocks along the coast. In 1973

industrial mussel dredging was stopped. Attention was directed to develop technology and techniques for commercial mussel culture. Cultivated mussels are much more competitive than wild ones: their meat contents is 2-3 times higher; the shells are lighter and represent no more than 35% of the total fresh weight. In wild mussels one removes with difficulty silt, sand and pearls. In cultivated mussels there are no such inclusions. Throughout the year systematic sanitary control is applied regarding cultivated areas and mussels. High quality of production is always guaranteed.

In Bulgarian waters veliger larvae spread almost throughout the year. In raising mussels we utilize spring spat attachment and fast summer growth (in length). At the beginning of autumn these mussels usually have 30 mm individual length. From January to April next year one sells mussels with shell length over 40 mm and individual weight of boiled meat above 3.0 g.

IV. For mussel culture development in open areas the following prerequisites exist:

- sufficient biological knowledge;
- skilled staff to carry out biotechnical surveys and tests;
- engineering and technical provisions for industrial cultivation;
- foreign experience from traditional mussel culture.

In open sea first experiments for mussel cultivation (Konsulova, 1979) included drying of collectors and thinning of mussels; use, too, of net sleeves. Industrial technology experiments aimed at excluding these operations. One could say, e.g. that 6 persons in 40 days fill with mussels 2 160 net sleeves (5 m long) and place them on 3 installations type "star". If this operation is performed at sea its usage on an industrial scale is hard to be carried out. Due to its inefficiency, drying up of collectors was also excluded from operations.

Not only the specific geographic and hydrometeorological conditions specified the peculiarities of the prepared commercial technology for mussel cultivation. This activity was commenced by skilled fishermen from the state fisheries who had worked on modern ocean and coastal trawlers with much machinery and good payment for their labour. Industrial mussel culture being a new activity must not be less mechanized or paid than the labour of the sea fisherman.

Preparation for industrial mussel culture included also approval of state standard requirements toward cultivated and processed mussels. Standard size is 40 mm shell length. Sanitary requirements about cultivated areas, fresh and processed mussels are extremely high. They are in accordance with the requirements of WHO/FAO and keep in mind the experience of countries with developed mussel culture.

V. In the years 1981-1985 the achievements in open sea mussel culture and technical solutions are as follows:

(a) Storm-resistant installation type "star" (Bulgarian patent No 28585/1979); has been successfully tested and approved by practice. This type of installation near Sozopol endured 2 heavy winter storms (January 1981; February 1986) with more than 6 wind force (Beaufort) and numerical minor storms.

(b) For 3 years single "long-lines" with anchors of 2.5 t have been successfully operating. Coming back to single "long-lines" and smaller anchors is related to easier construction, mounting (placing into water) and maintenance of appliances. In this case service and getting of crop are easier and production becomes cheaper.

(c) Swedish, Norwegian and French collectors were tested in open areas off the coast.

(d) A patent was approved for a collector without thinning and cultivation in the surface layers.

(e) Other Bulgarian type collectors without thinning have also been successfully tested. Almost 1/2 of the experimental production of the farm near Sozopol (35 km south of Bourgas) in winter and spring 1986 will be mussels (spatfall spring 1985; shell length 40-50 mm; production 6.5 kg/m taken off unthinned collectors mechanically at sea. Both mussels with collectors and carrying installations (type "star" and single "long-lines") endured without losses the big storm (7 wind force rough sea), 2-5 February 1986, when many coastal constructions including quays were destroyed. The winter-spring yield 1986 (with usual on-growing period up to 9-10 months for cultivated mussels spatfall spring 1985) will be discussed in details when the season is over.

(f) Machinery from "Salen & Wicander", Sweden, for washing, declamping and grading as well as from the Netherlands (for byssus detachment) were imported. Bulgarian machinery for taking off mussels from the collectors, declamping and grading have been worked out and tested, too.

(g) Design and construction of a specialized sea vessel for mussel culture is under preparation. Until now a coastal fishing boat and a rescue boat from an ocean trawler were used with machinery mounted on them for mussels declamping, washing and grading.

(h) Semi-industrial tests of technologies and machines for products made from cultivated mussels will be carried out.

(i) A method for processing of cultivated mussels was patented.

(j) Near Sozopol the Bourgas Fisheries Institute is building up a farm for mussel cultivation and processing. This farm will be a model for construction of other coastal farms with annual capacity up to 300-400 t.

(k) Survey of new areas appropriate for mussel culture was commenced. The Institute will design the new mussel farms along the coast.

VI Scientific and technical problems in forthcoming years

1. To increase collectors length (present length 5 m) to get maximum yield. They should be suitable for machinery operation and be reusable.

2. To optimize carrying systems: anchors, buoys, "lines" (ropes). Expenses should be optimal with maximum security for installations.

3. Mechanization and automatization of main operations.

4. Economic modelling of the new activity to get maximum profitableness of investments and farm exploitation.

5. Mechanized preparation of collectors and carrying systems.

6. Good association between sea activity and mussel processing on shore to produce high-quality long-lasting products.

7. Utilization of under-sized mussels and hollow shells as fodder components.

8. Optimal packing for transportation and marketing of fresh mussels and products from them.

9. To establish a common system for computorized management of all enterprises for mussel culture and processing.

VII. The future of Bulgarian mussel culture is related to the common economic conception - prognosis about the Bulgarian Black Sea coast. Together with industry and tourism, development of mariculture is also envisaged.

This programme deals with discontinuation of industrial and urban pollution of sea water. It is also dependent on the sanitary state of the Danube and the other big rivers pouring into the basin.

VIII. Regarding artificial reefs: for a couple of years suggestions for their construction have been discussed though economic gain is still doubtful within our coastal conditions. In developing this activity experience of foreign countries including GFCM countries will be applied as there is no national experience in this field.

IX. Suggestions for cooperation within GFCM and MEDRAP

We feel that common aims of the GFCM member countries in respect to molluscs cultivation will be gained in less time through specialized cooperation in this field. It could be as follows:

1. Annual exchange through GFCM Secretariat of information about scientific and applied results of each member country.

2. A catalogue to be updated every 3 years be published about serial techniques, machinery, equipment, specialized sea vessels, for mussel culture, with technical characteristics, approximative prices and companies register. A working group should be organized.

3. Scientific and technical aspects of mussel culture should be optimized through application of coordinated methodology.

4. Codex Alimentarius (FAO/WHO; CAC/RCP - 18- 1978) be expanded and modernized with the inclusion of other countries' sanitary requirements and standards regarding mussel culture and products.

5. Through MEDRAP GFCM should organize every 2 years seminars of experts in this field.

ANNEX(E) H

Etat actuel de la conchyliculture en mer en Languedoc-Roussillon et perspectives de développement

par

B. Vidal-Giraud - CEPRALMAR, Allée J. Milhaud "Le Triangle", 34000 Montpellier

Les premières tentatives de conchyliculture en mer au large des côtes du Languedoc-Roussillon remontent au début des années 1970.

De nombreuses expériences, aux succès très variables, se sont déroulées pendant une quinzaine d'années, avec un net accroissement de l'effort depuis le début des annees 1980, grâce à l'apparition des techniques d'élevage sur filière flottante.

En 1985, 650 tonnes de moules ont ainsi été produites et vendues, et la production attendue pour 1986 devrait dépasser 1 000 tonnes.

Ces nouvelles productions sortent du contexte expérimental et entrent dans une phase de développement actif, dont 1986 constituera le lancement.

LES TECHNIQUES UTILISEES

Les conditions météorologiques très dures du Golfe du Lion ont nécessité la mise au point de structures adaptées, capables de résister à de fortes tempêtes automnales et hivernales (creux de plus de 6 mètres).

Celles qui sont présentées dans **les fiches n 1 et 2** répondent à ces exigences, du fait de leur souplesse. Leur simplicité de conception et d'exploitation est également la cause de leur rapide succès (la production est passée de 10 tonnes à 650 tonnes en 4 ans).

L'ELEVAGE

Il s'agit exclusivement de mytiliculture (*M. gallo provincialis*), pour l'instant. Ses principales caractéristiques sont exposées dans la fiche n 3, qui regroupe les données actuellement disponibles. Leur variabilité est encore importante et beaucoup d'aspects techniques restent à affiner. Ceci explique que les calculs de rentabilité soient seraient encore assez difficiles, parce qu'effectués à partir de fourchettes très larges.

On peut cependant affirmer que la surface d'installation devrait être de 3 ha, soit l'espace nécessaire à l'implantation de deux filières, et que le coût de production moyen pourrait se situer entre 4 et 6 F/Kg, selon le type d'exploitation (grosse exploitation, à plein temps, seul ou en groupe d'associés, ou petite exploitation à temps partiel).

Il convient en effet de noter que les acteurs de la conchyliculture en mer peuvent avoir des motivations différentes et orienter leur activité spécifiquement en fonction de leurs besoins : diversification des produits et des ressources (cas des pêcheurs le plus souvent), création de nouvelles entreprises à part entière (cas de beaucoup de conchyliculteurs d'étang).

LES PERSPECTIVES

Les études de marché effectuées en 1985, tout comme l'analyse de l'expérience accumulée sur le bassin de Thau, ou à l'étranger (Espagne, Japon), ont montré de façon formelle que la mise en marché des produits devait impérativement s'opérer de manière groupée et fortement structurée, au travers d'une organisation de producteurs.

Profitant de la réorganisation des concessions, passant d'un statut expérimental à un régime classique, et, pour la région de Sète, de la nécessaire création d'un port conchylicole, un vaste dispositif d'ensemble a été imaginé (cf. fiche n 4). Il devrait permettre un développement rapide mais harmonieux de ces nouveaux élevages en mer au cours des quelques années à venir.

FICHE N° 1

FILIERE CONCHYLICOLE DE SUBSURFACE

SCHEMA DE PRINCIPE :

PRODUCTIVITE MOYENNE : 70 à 80 kg/m utile / cycle, soit environ 20 t / ha / an, en deux cycles

DISPOSITION SUR LE FOND : dans l'axe de propagation des plus fortes vagues, soit perpendiculairement à la côte, sur des fonds sableux de 20 à 30 m.

INVESTISSEMENTS : Filière : 35 à 45 000 F pour 200 m utiles, dont :
soit 1200 à 1500 F / T produite annuellement

cordages	20 %
flotteurs	50 %
ancrages	25 %
divers	5 %

Barge spécialisée : 700 à 800 000 F (longueur 12 m - largeur 4 m - moteur 100 CV - grue 6 t.m)

FILIERE CONCHYLICOLE DE FOND

SCHEMA DE PRINCIPE :

PRODUCTIVITE MOYENNE : 4,5 kg/m utile / cycle , soit environ 18 t/ha / an, en trois cycles

DISPOSITION SUR LE FOND : dans l'axe des courants dominants, soit parallèlement à la côte, sur des fonds sableux de 20 m.

INVESTISSEMENTS : Filière : 1 500 F pour 100 m utiles (3 arches), dont :

cordages	10 %
flotteurs	45 %
ancrages	40 %
divers	5 %

soit 1 100 F / t produite annuellement

Bateau de pêche à aménager (portique, treuil, etc...)

FICHE N 3

MYTILICULTURE EN MER OUVERTE

ELEVAGE EN SUSPENSION EN PLEINE EAU :

Moules conditionnées en "cordes", identiques à celles utilisées sur table en lagunes. Longueur de 2 à 7 m (moyenne 5 m).

ITINERAIRES TECHNIQUES :

. Naissain de captage, de pêche ou moule de dédoublage mis en corde (tubulaire ou marseillaise) à 2 kg/m en moyenne.	4 à 8 mois d'élevage (moyenne 6 mois)	7 à 14 kg de moules vendables (moy. 9kg/m)
. Grosse moule de dédoublage ou de retri mise en corde (marseillaise) à à 3 kg/m en moyenne	2 à 5 mois d'élevage (moyenne 4 mois)	4 à 7 kg/m de moules vendables (moy. 6 kg/m)

REGLAGE DE LA FLOTTABILITE : (filières de subsurface)

Fréquence moyenne : 1 fois tous les 15 jours par tronçon. Volume moyen rajouté par tronçon : 50 à 100 l par intervention.

ENTRETIEN DES STRUCTURES : (Filières de subsurface)

1 fois par an, au moins (surveillance de l'usure, nettoyage du fouling).

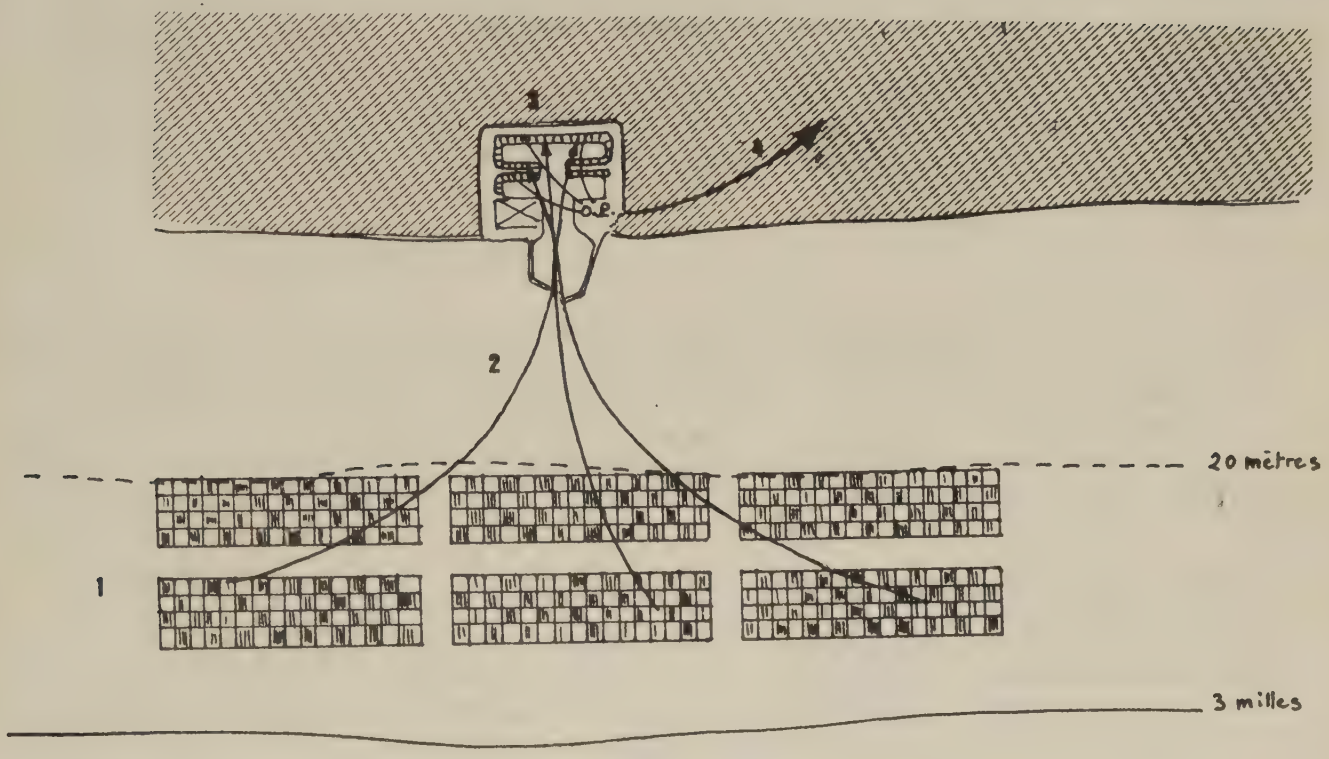
PARAMETRES DE VARIATION DES RESULTATS :

- la qualité et la densité des moules mises en élevage,
- la rigueur dans le suivi de la flottabilité,
- les saisons.

FICHE N°4

PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT ET DE FONCTIONNEMENT

DE LA CONCHYLICULTURE EN MER



SCHEMA DE PRINCIPE

1. Concessions en mer : carrés de 300 m de côté disposés en damier, pouvant recevoir six filières de 200 m utiles.

2. Traitement de la production dans le port.

3. Traitement de la production (lavage, calibrage, conditionnement).

4. Commercialisation par le canal de l'organisation de producteurs (O.P.).

OBSERVATIONS

- La mise en place de ce dispositif est en cours, en face de l'étang de Thau (Marseillan) sur une zone de 2500 ha
- Elle pourra s'appliquer aux autres ports de la région si la conchyliculture en mer s'y développe.

ANNEX(E) I

Programmes scientifiques d'accompagnement à la conchyliculture en mer ouverte en Languedoc-Roussillon

par

Philippe Paquotte et Jacques Moriceau
IFREMER
1, rue Jean Vilar 34200, Sète (France)
Chemin de Maguelone 34250, Palavas (France)

Dans le cadre du développement de la conchyliculture en mer ouverte en Languedoc-Roussillon, l'IFREMER poursuit des programmes de recherche d'accompagnement portant sur les aspects de technologie et de biotechnie d'élevage. Le programme technologique, dont les grandes lignes sont présentées ici, est conduit par le centre IFREMER de Brest. Le programme biotechnique qui a débuté à part entière il y a un an seulement est conduit par la station IFREMER de Sète.

PROGRAMME TECHNOLOGIQUE :

Ce programme porte sur l'amélioration des systèmes conchylicoles en mer ouverte :

- études théoriques du comportement des structures d'élevage dans les conditions de houle les plus défavorables.
- consultation pour la réalisation de flotteurs adaptés par leur coût et leurs performances à la conchyliculture en mer ouverte.
- essais de structures nouvelles : soucoupe ballastable et dérivés.
- étude d'un bateau d'exploitation pour les filières conchylicoles.

Par ailleurs, dans le cadre de la mise au point d'un collecteur à huître soluble (structure en nid d'abeille en aluminium permettant un détroquage par solubilisation), un essai a eu lieu en Méditerranée en 1985 pour l'huître plate.

PROGRAMME BIOTECHNIQUE :

La production conchylicole en mer ouverte en Languedoc-Roussillon ne concerne pour l'instant que la moule (Mytilus galloprovincialis). C'est pourquoi, hormis quelques études sur la moule, le programme porte surtout sur les possibilités de diversification de cette activité par l'introduction de nouvelles espèces, en l'occurence l'huître plate (Ostrea edulis) et la Coquille Saint Jacques (Pecten maximus). Les objectifs de ce travail sont de comparer les performances de croissance de ces espèces en mer ouverte et en milieu lagunaire, et d'évaluer les contraintes liées à leur élevage. Sauf cas particulier, les expérimentations en mer ont eu lieu dans les concessions conchylicoles expérimentales du littoral du Languedoc-Roussillon et celles en étang dans le bassin de Thau (voir figure 1).

Moules :

Les bons résultats obtenus par les professionnels n'ont pas incité à de nouvelles études fines de la croissance depuis le suivi effectué en 1980 (Krichen). Celui-ci avait observé un accroissement de longueur de 3,5 mm par mois en mer ouverte et 2,5 mm par mois dans l'étang de Thau, entre mars et décembre à partir de moules de longueur initiale 30 mm. La différence étant due surtout à la croissance hivernale plus rapide en mer qu'en étang. Dans son rapport sur le développement de la mytiliculture en Languedoc-Roussillon, Vidal - Giraud (CEPRALMAR, 1986) présente les résultats de rendement par mètre de suspension et de production à l'hectare.

En 1985, un suivi de la qualité des moules en mer a été effectué mensuellement sur quatre sites différents ; le critère de qualité est le taux de remplissage, mesuré par l'indice de condition de Medcoff-Needler :

$$\frac{\text{poids de chair sèche}}{\text{volume intervalvaire}} \times 1\,000$$

Les résultats obtenus (figure 2) ne font pas apparaître de différence significative entre les divers sites en mer et confirment la bonne qualité des moules entre mars et octobre. Des valeurs plus faibles apparaissent en hiver au moment de l'émission des gamètes.

La qualité des moules en mer est restée supérieure à celle des moules en étang jusqu'en octobre puis équivalente en hiver (figure 3).

Huître plate :

En ce qui concerne l'huître plate, il est apparu intéressant d'une part de tirer partie de la ressource naturelle que constitue le captage abondant de naissain dans le golfe du Lion, d'autre part de chercher à fournir un produit très demandé mais devenu rare à la suite des épizooties en Bretagne et de la désaffection pour l'élevage de cette espèce en Méditerranée.

L'étude à porté sur les trois étapes ostréicoles classiques : le captage, le prégrossissement et le grossissement.

Captage :

L'opération de captage menée en 1985 au Cap d'Agde (figure 1) de juillet à septembre par 20 m de fond a permis de récolter 100 000 naissains de taille moyenne de 7 mm à 30 F le mille, obtenus par détroquage dès la sortie de l'eau des collecteurs plastiques non chaulés.

On observe une très grande hétérogénéité de taille (coefficient de variation 85 %) explicable à la fois par des différences de croissance et par l'existence de vagues successives de captage.

Les collecteurs solubles (voir programme technologique) n'ont pas fait la preuve dans leur forme actuelle, de leur efficacité en Méditerranée.

Prégrossissement :

Afin de pouvoir utiliser ce naissain selon la technique usuelle en Méditerranée française, c'est à dire collé sur corde, il faut parvenir à le prégrossir jusqu'à la taille de 5 cm. Les essais entrepris jusqu'à présent n'ont pas permis de retenir une technique fiable ni de définir une courbe de croissance type. La technique retenue en 1985 est celle du prégrossissement "une à une", en pochons sur table basse, en étang en zone peu profonde, à partir de naissain de captage et d'écloserie.

Les premiers essais font apparaître :

- une densité d'élevage optimale de 2 000 individus par m^2,
- une forte dispersion des tailles en cours d'élevage : 45 % en trois mois,
- une mortalité estivale assez importante : 50 % en trois mois,
- une mortalité hivernale très faible, même par des températures inférieures à 0° C,
- pas de différence de croissance ni de mortalité entre naissain d'écloserie et naissain de captage.

Grossissement :

Les performances de croissance de l'huître plate ont été comparées, d'une part en étang sur deux sites favorables à la conchyliculture (figure 4 : Thau zone A et Prévost), et sur un site moins favorable (figure 4 : Thau zone C), d'autre part, en mer, aux trois profondeurs de 8 m, 13 m et 18 m (figure 4 : Cap d'Agde).

Des jeunes huîtres de pêche, de poids moyen 8 g ont été collées sur corde et suspendues sur des tables en étang et sur filière de fond en mer (figure 5).

En mer, le premier résultat a été la colonisation rapide des élevages par des moules issues de captage naturel. Bien que ce captage ait lieu de préférence entre 0 et 10 m de profondeur, les moules se sont par la suite déplacées le long des structures d'élevage vers le fond. En tenant compte de ce phénomène, la croissance pondérale d'avril à novembre (figure 6) a été deux fois plus forte en milieu lagunaire très favorable (7 g/mois) qu'en mer (3,5 g/mois). Ces résultats confirment ceux obtenus précédemment au cours d'essais ponctuels (RAIMBAULT 1975, JACQUEMOND 1983).

Cette différence apparait encore plus nettement en comparant le taux d'huîtres commercialisables (poids supérieur à 50 g) après 6 mois d'élevage (figure 7). La croissance moins rapide en mer implique une année d'élevage supplémentaire.

En revanche, le taux de remplissage des huîtres, mesuré par l'indice de condition (figure 8), est nettement plus favorable en mer qu'en étang tant que la colonisation par les moules n'a pas lieu. Puis on observe une chute rapide et définitive, qui ne peut pas être imputable au seul phénomène physiologique de l'émission des gamètes.

En mer après arrêt de l'expérimentation en novembre, et élimination des moules épibiontes, un lot d'huîtres a été replacé aussitôt en élevage. La croissance s'est poursuivie au même rythme pendant tout l'hiver (+ 3,5 g/mois) alors qu'elle était presque nulle en étang pendant la même période. De même le taux de remplissage est revenu à des valeurs très fortes (Indice de condition supérieur à 100).

On peut donc envisager l'utilisation de la mer ouverte comme lieu d'affinage hivernal.

Coquille Saint Jacques :

Afin de tester l'aptitude à l'élevage en suspension de la Coquille Saint Jacques en mer ouverte, divers essais de prégrossissement à partir de naissain d'écloserie (Pecten maximus) ont été réalisés depuis 1982. Les naissains ont été placés en panier d'élevage japonais type "pearl net" sur filière de fond (figure 5). Ces différents essais (CONTAT 1983, BARTOLOME 1984, PAQUOTTE 1986) montrent qu'il est possible d'obtenir des animaux de 5 cm en un an à partir de naissain de 4 mm (figure 9).

Un essai de grossissement en mer est en cours, afin d'étudier les performances de croissance jusqu'à taille commerciale.

Conclusion :

La croissance et l'engraissement des moules en mer ouverte en Languedoc-Roussillon sont très satisfaisants et ont permis un développement rapide de cette production.

En ce qui concerne l'huître plate :

- la densité de captage est généralement satisfaisante, seules la nature des collecteurs et leurs conditions de relevage et détroquage restent à améliorer,
- les résultats de prégrossissement sont encore imprécis et irréguliers, et seront étudiés selon différentes techniques,
- pour le grossissement, les résultats sur le plan qualité sont très bons, mais pas sur le plan croissance. Il reste à étudier d'autres modalités d'élevage.

Pour l'élevage de la coquille St Jacques comme pour celui de l'huître plate, une contrainte fondamentale reste celle imposée par le captage naturel de moules, ce qui conduit à orienter les essais vers de nouvelles structures de type radeau ballastable.

REFERENCES :

BARTOLOME C. (1984). - Développement de la conchyliculture en mer. Programme de recherche d'accompagnement. Bilan préliminaire ; Mémoire Ingéniorat U.S.T.L. Montpellier.

CONTAT P. (1983). - Les Pectinidés en Languedoc-Roussillon. Etat des connaissances et perspectives. - Rapport CEPRALMAR.

JACQUEMOND F. (1983). - Essais de prégrossissement et grossissement de l'huître plate Ostrea edulis au large des côtes du Languedoc-Roussillon ; D.E.A. U.S.T.L. Montpellier.

KRICHEN Y. (1981). - Contribution à l'étude de la conchyliculture en mer ; - Mémoire 3ème cycle I.N.A.T. Tunis.

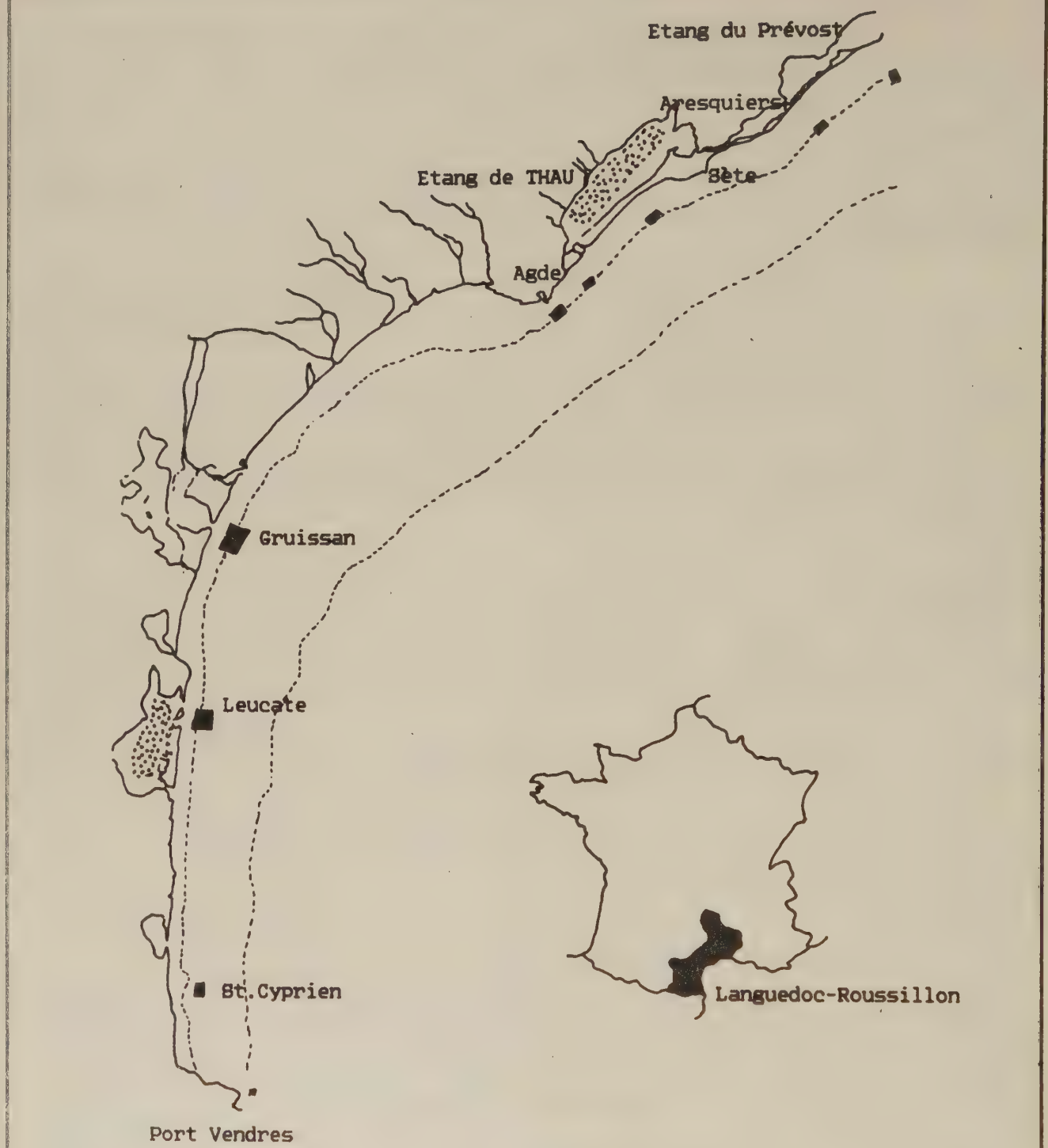
PAQUOTTE P. et MORICEAU J. (1986). - Bilan opération de captage d'huîtres plates en Méditerranée 1985. - Rapport IFREMER.

PAQUOTTE P. et MORICEAU J. (1986). - Etude du prégrossissement de la Coquille Saint Jacques en Méditerranée. - Rapport IFREMER.

PAQUOTTE P. et MORICEAU J. (1986). - Etude de croissance et d'engraissement l'huître plate en étang et en mer en Languedoc-Roussillon. - Rapport IFREMER.

RAIMBAULT R. (1975). - Expériences de captage de naissains et d'élevage d'huîtres en mer près de Port-la-Nouvelle ; - Rapport interne ISTPM.

VIDAL-GIRAUD B. (1983). - Le développement de la conchyliculture en mer en Languedoc-Roussillon. Situation en 1983 ; - Rapport CEPRALMAR.



Concessions expérimentales en mer ouverte .

Elevages en milieu fermé .

Figure 1 : Sites d'élevage conchylicole en Languedoc-Roussillon .
Shellfish culture sites in Languedoc-Roussillon .

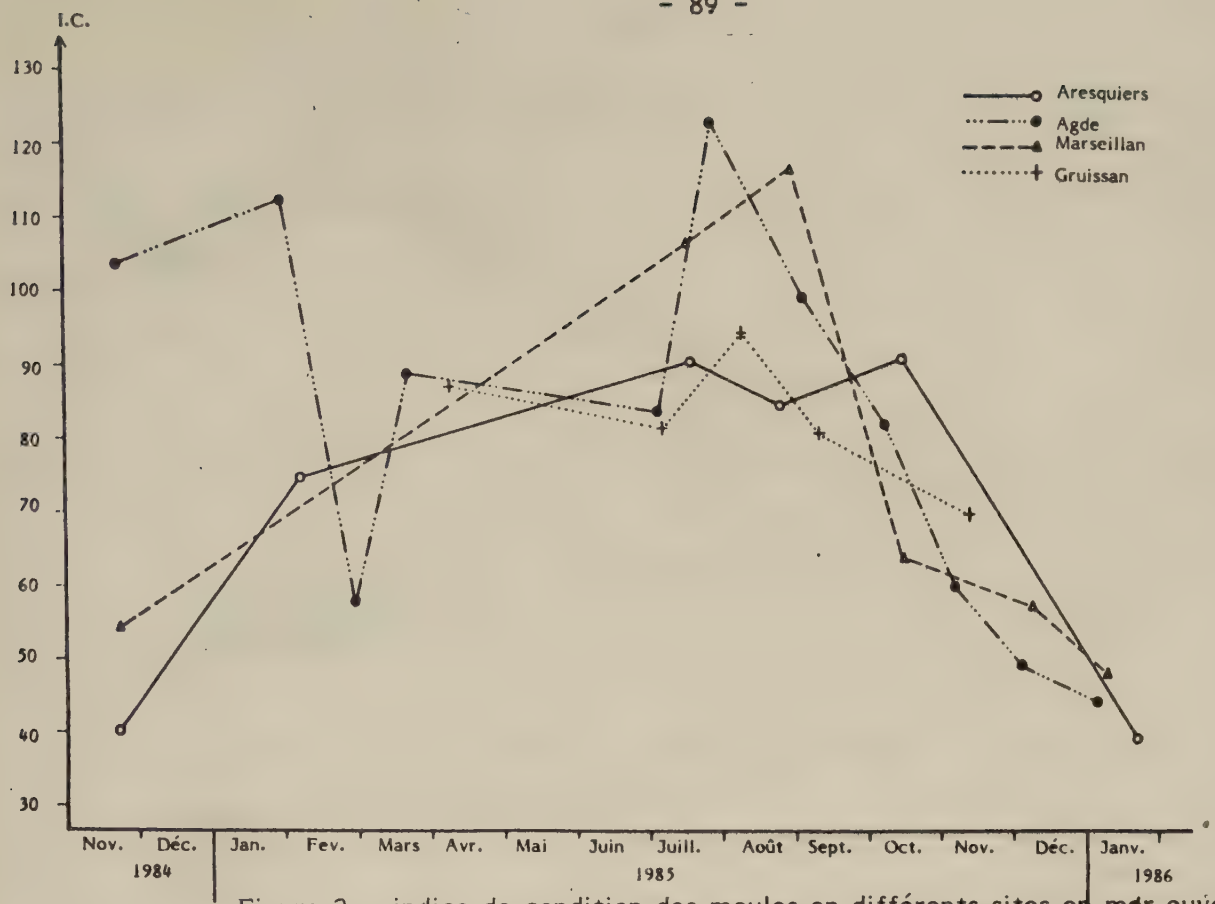


Figure 2 : indice de condition des moules en différents sites en mer ouverte.
mussels condition index in different open sea sites.

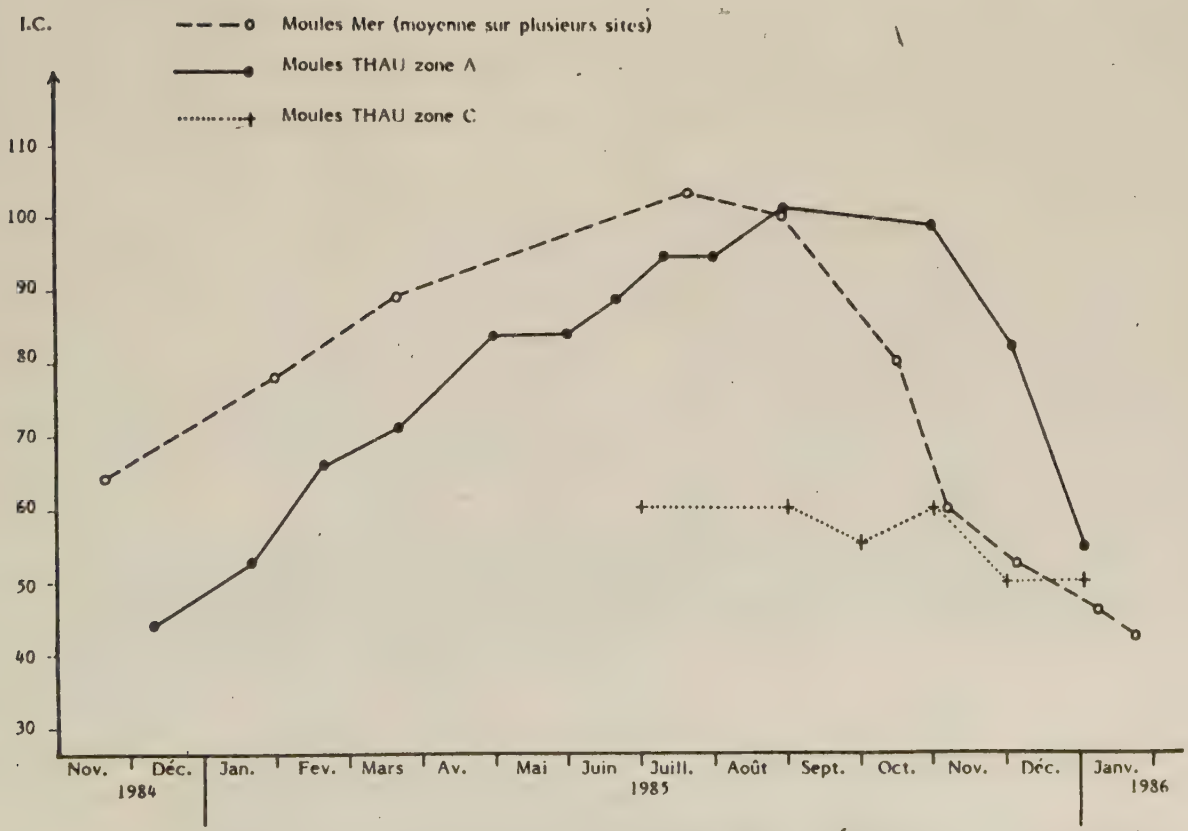


Figure 3 : indice de condition des moules en étang et en mer ouverte.
mussels condition index in lagoon and in open sea.

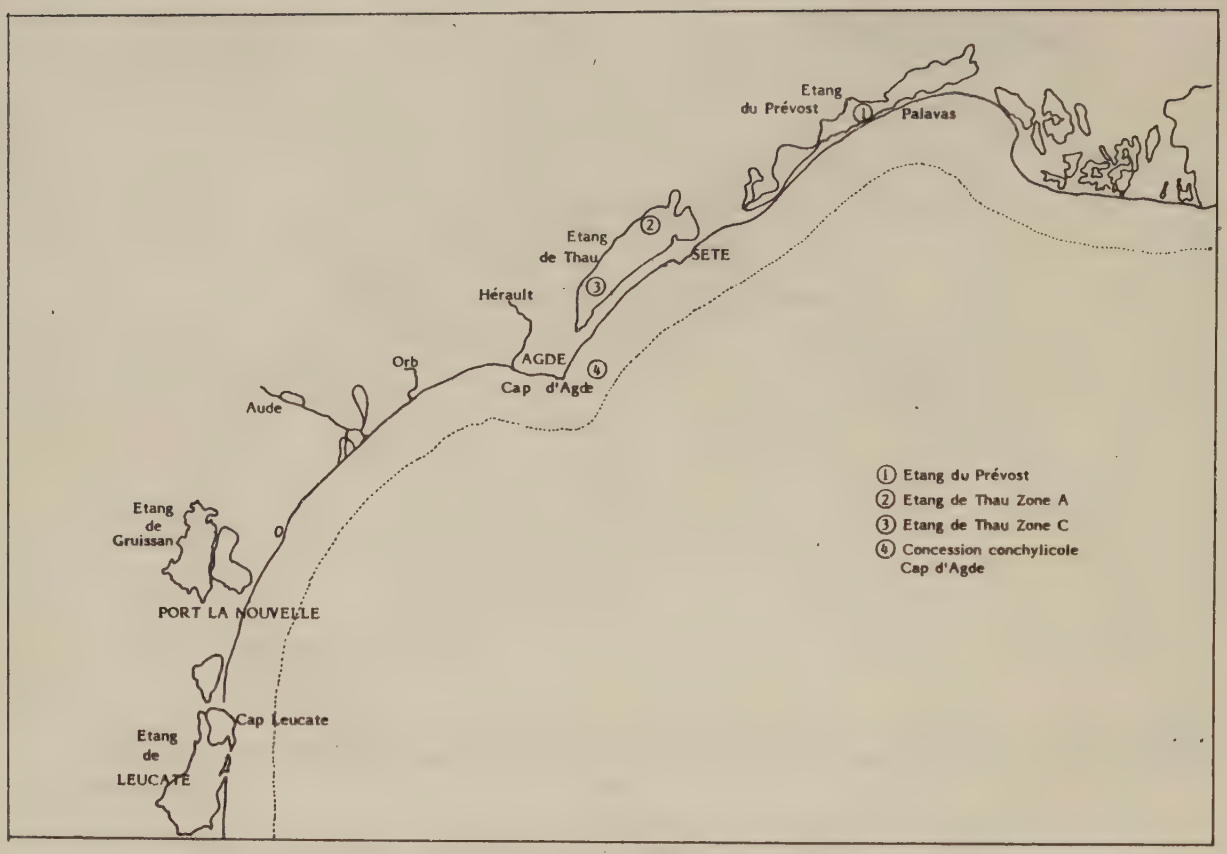


Figure 4 : Sites de l'étude de grossissement de l'huître plate.
Growth study sites for flat oyster.

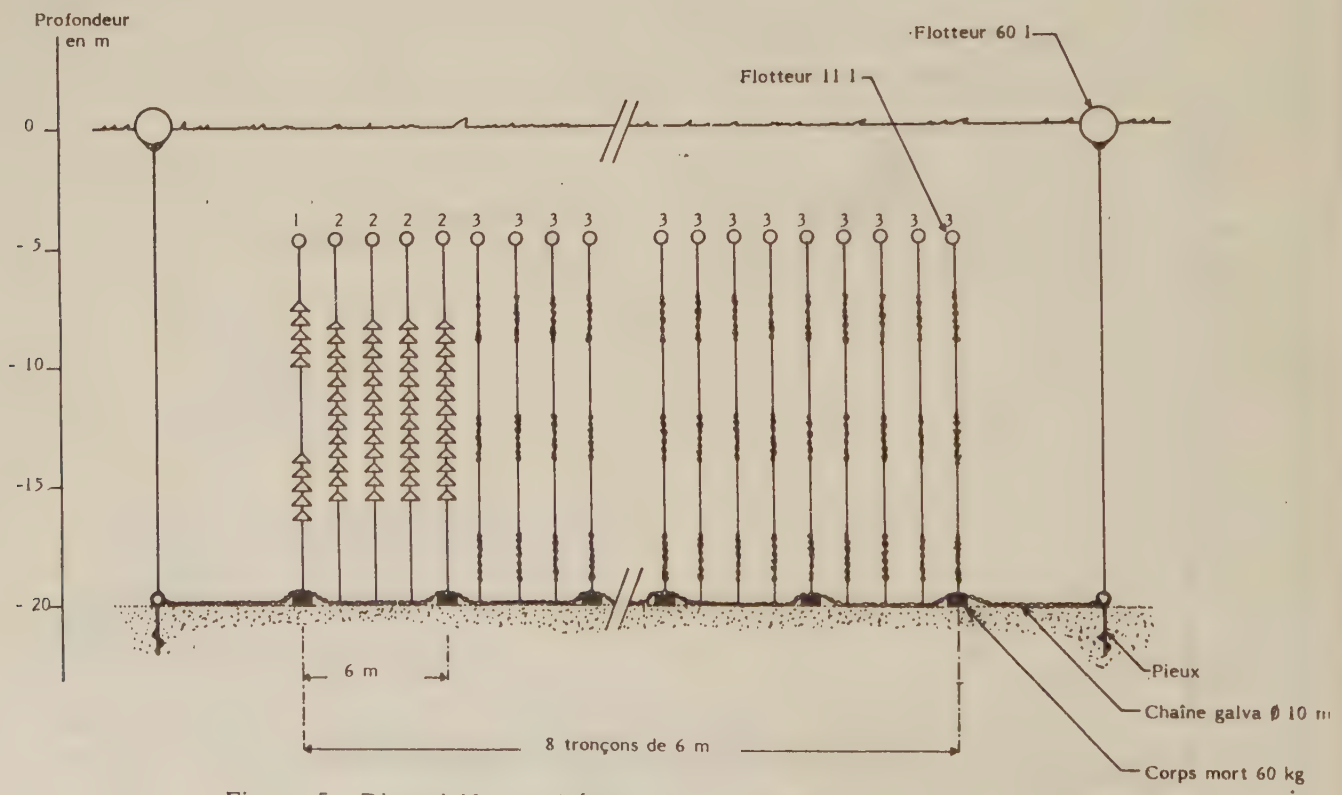


Figure 5 : Dispositif pour l'étude de la croissance de l'huître plate et de la coquille Saint Jacques.
Device for the growth study of flat oyster and scallop.

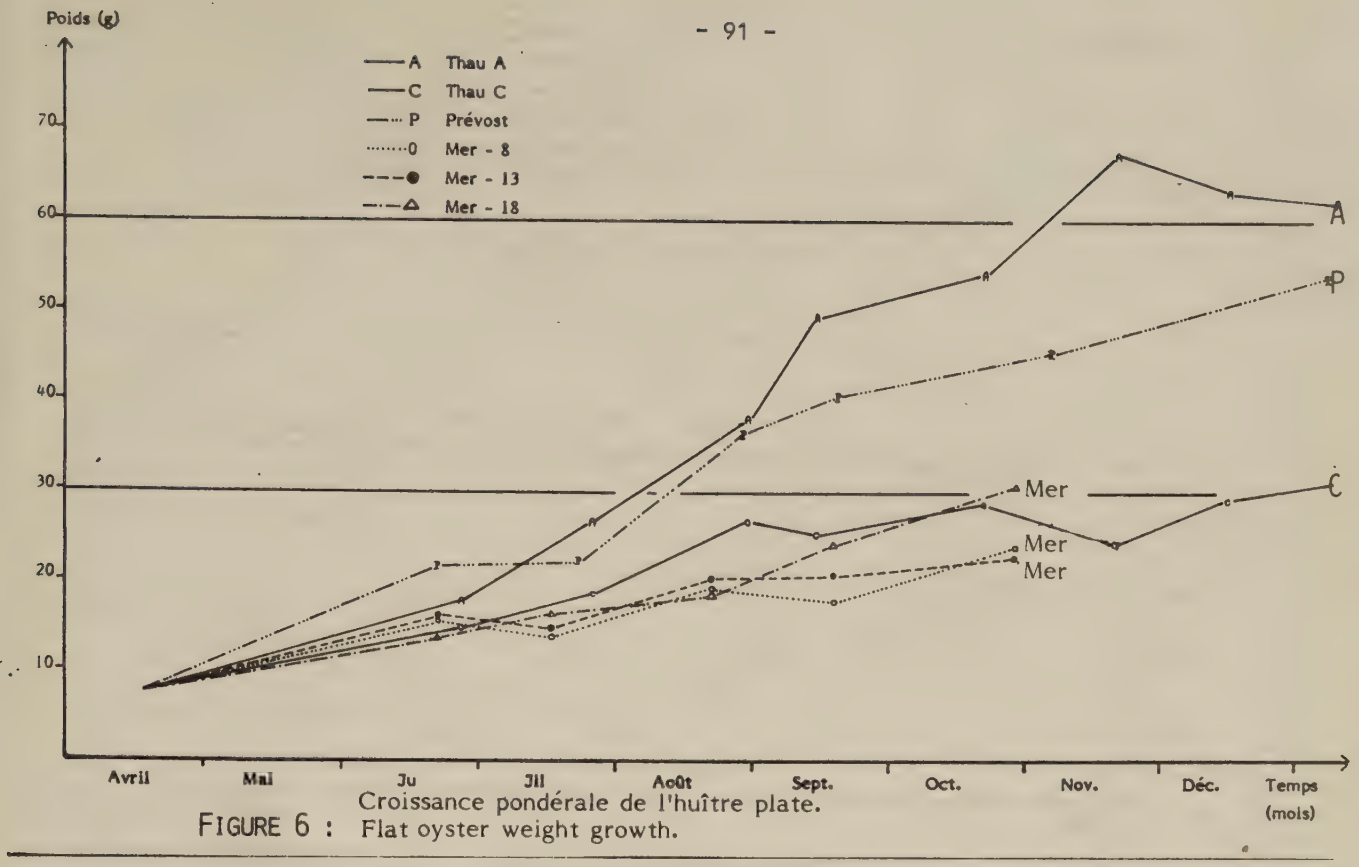


FIGURE 6 : Croissance pondérale de l'huître plate.
Flat oyster weight growth.

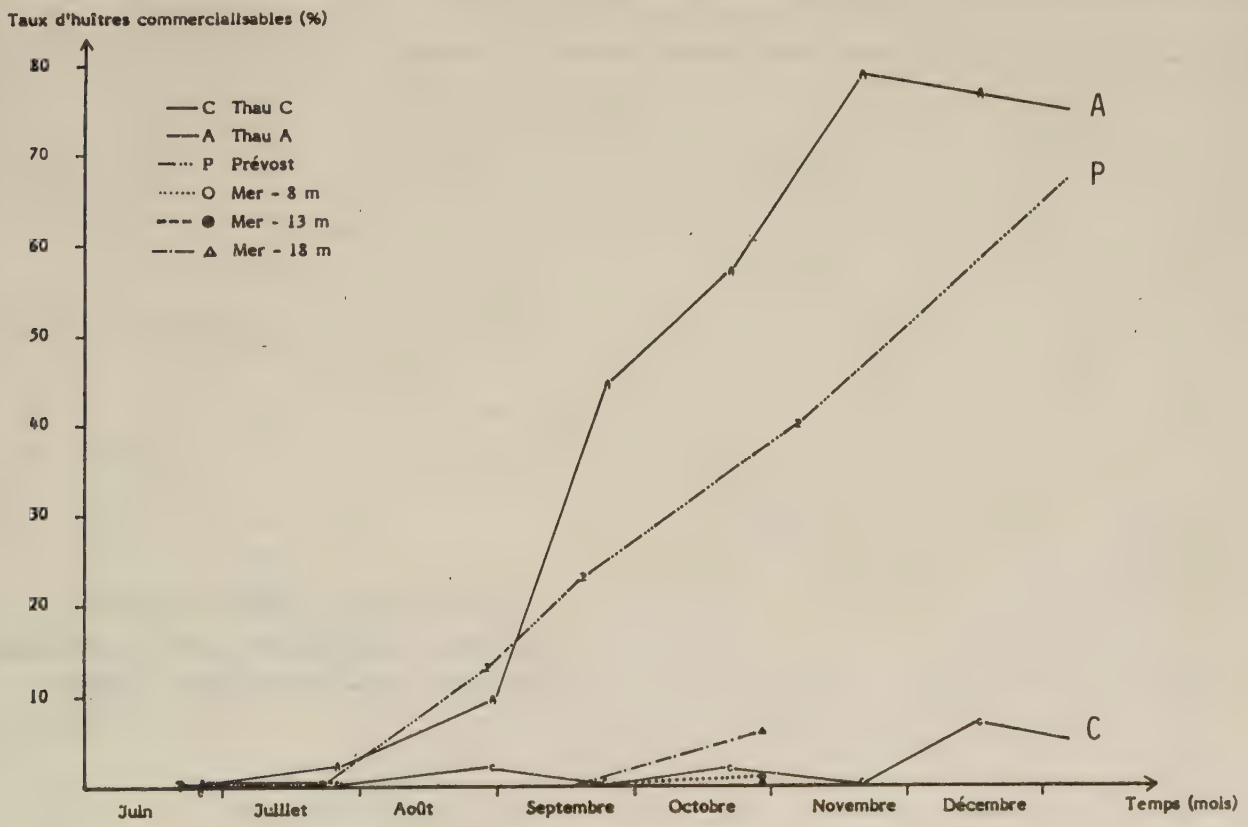


FIGURE 7 : Taux d'huîtres commercialisables.
Marketable oyster rate.

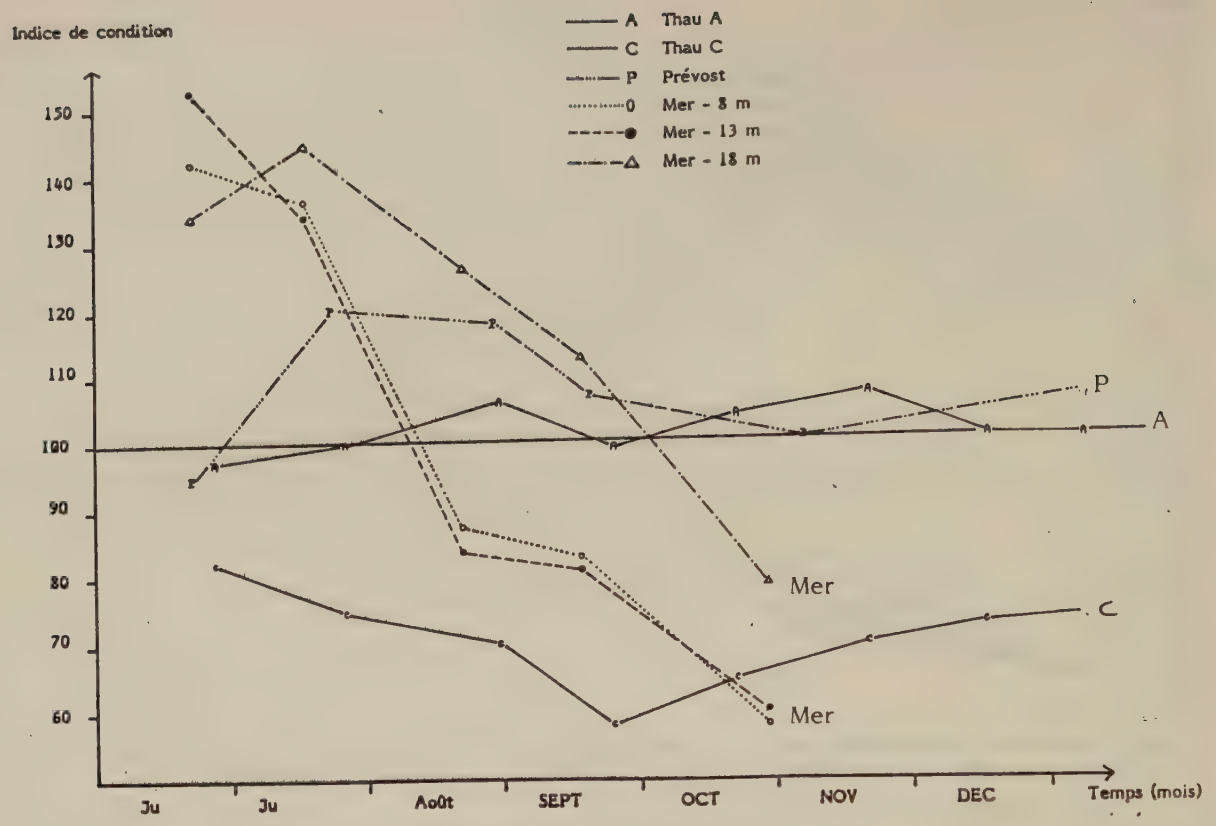


FIGURE 8 : Indice de condition huître plate.
Flat oyster condition index.

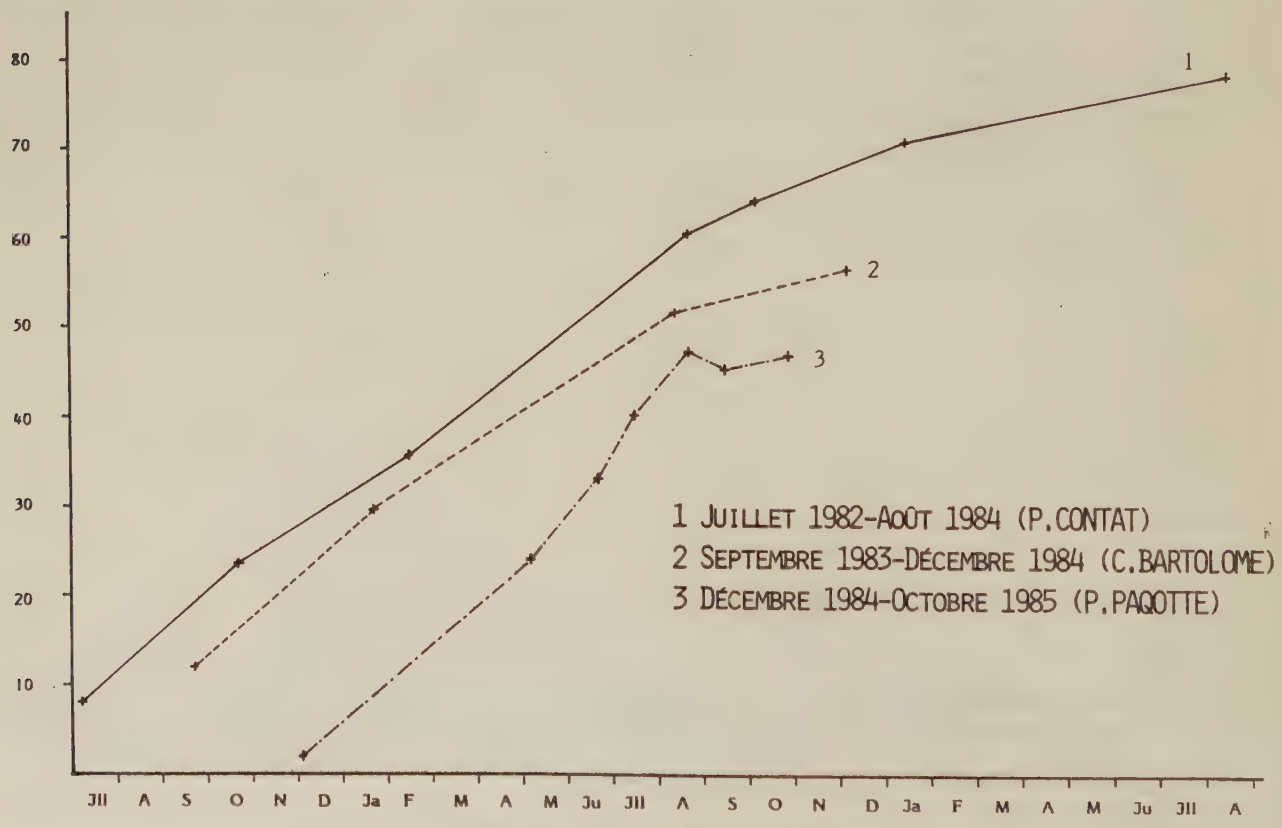


FIGURE 9 : Pecten maximus: courbe de croissance.
growth curve.

ANNEX(E) J

Récifs artificiels réalisés, en cours, ou en projet en Italie

par

G. Bombace - IRPEM-CNR, Ancône

ADRIATIQUE

1.	Caorle	1 zone	Ø	E.p.	- P.
2.	Pellestrina (VE)	"	Ø	E.p.	- P.
3.	Porto Garibaldi	2 "	Ø	E.p.	- P.
4.	Rimini	"	O	E.p.	- P.
5.	Cattolica	"	O	E.p.	- P.
6.	Fano	"	O	E.p.	- A.
7.	Cesano-Senigallia	"	O	E.p.	- P.
8.	Falconara-Ancona	"	O	E.p.	- A.a
9.	Portonovo	2 "	■ []	E.p.	- R.P.
10.	Portorecanati	"	[]	E.p.	- P.
11.	Pedaso	"	Ø	E.p.	- P.
12.	Martinsicuro	"	Ø	E.p.	- P.
13.	Giulianova	"	O	E.p.	- P.
14.	Termoli	"	Ø	E.p.	- P.
15.	Brindisi (Torre S. Gennaro	"	Ø	R.	- P.

MER TYRRHENIENNE

16.	Loano	1 zone	O	E.p.	- P.
17.	Varazze	"	[]	E.p.	- A.
18.	Camogli	"	[]	R.	- A.
19.	Golfo Marconi	"	[]	R.	- A.
20.	Grosseto	"	Ø	E.p.	- P.

LEGENDE

[]	Récifs	réalisés
■	"	en cours
O	"	futurs
Ø	"	en projet
E.p. -	"	de type expérimental à caractère professionnel (Avancés, gérés, par la profession avec l'appui de la recherche).
R.	"	constitués de petits substrats pour étude et recherche
P.	"	de type polyvalent (A+a+conchyliculture).
A. -	"	à finalité antichalut
a -	"	à finalité abri et protection

21. Frégène	1 zone	[]	E.p.R. P.
22. Latina	2 "	[] 0	E.p. - P.
23. Agropoli	"	Ø	E.p. -A.a

SICILE

24. Golfe de Patti	3 zones	■	E.p. - A.a
25. Province de Palerme	6 "	0	E.p. - A.a
26. Golfe de Castellammare	3 "	■	E.p. - A.a
27. Province de Trapani	3 "	Ø	E.p. - A.a
28. Province d'Agrigente	3 "	0	E.p. - A.a
29. Province de Raguse	3 "	[] Ø	E.p. - A.a

Au total 32 initiatives, dont:

Récifs réalisés:	8
Récifs en cours:	3
Récifs futurs:	10
Récifs en projet:	11

Note:
- Récifs en cours sont ceux dont les substrats et les corps sont en partie construits ou immergés.
- Récifs futurs sont ceux dont le projet a été déjà approuvé et admis à financement.
- Récifs en projet sont ceux en cours d'élaboration et pour lesquels on a des contacts entre les bénéficiaires, l'administration et la recherche.

ANNEX(E) K

THE ARTIFICIAL REEF IN THE MARCONI GULF (EASTERN LIGURIAN RIVIERA)

RELINI G., PEIRANO A., TUNESI L. AND L. ORSI RELINI

Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale - Istituto di Anatomia Comparata
Università degli Studi - GENOVA -

RESUME'

Un récif artificiel a été bâti sur des fonds vaseaux employant des chalands, des portes de bassin de carénage et des blocs en béton (le volume total est environ de 16.200 m^3) avec des traits d'union en galets; cette structure a amélioré les captures de la pêche sportive et artisanale.

INTRODUCTION

The building of an artificial reef in the Marconi Gulf can be correlated with experimental studies carried out during a CNR research programme (P.F. Oceanografia e Fondi Marini 1976-1981). After extensive experience on the subject of fouling communities collected on asbestos panels (for a list of references see Relini, 1980), the unplanned immersion of car bodies offshore from Varazze (Western ligurian Riviera) offered the opportunity to compare the fouling communities of these substrata (considered unsuitable, see Relini and Relini Orsi, 1971) with those of atoxic, slowly perishable, inexpensive materials. Substrata corrisponding to these features were found in obsolete lighters which were provided free of charge by the Genoa Harbour Authority (Relini, 1982 a,b; 1983 a,b).
On the basis of interesting assemblies of fish observed on the immersed lighters the fishermen decided to build a large reef in the Marconi Gulf: this latter, now having a volume of more than 16,000 m^3, can be classified in an intermediate position between the Oh-type and the reef complex according to the Japanese classification of marine artificial reefs (Grove and Sonu, 1985).

SITE OF THE REEF

The Tigullio or Marconi Gulf, which is on the eastern side of the Portofino Promontory (fig. 1), joins the wild southern cliffs of this headland with famous tourist resorts such as Portofino, Santa Margherita, Rapallo, Zoagli. In the presence of sludge discharge (fig. 1 S: Santa Margherita Ligure outlet; R_2: Rapallo outlet) heavily augmented by tourism (tab. 1), the settlers on the artificial reef can also have the function of recycling an organic surplus (Bombace, 1981).
From Punta di Portofino to Punta Stella the coast is mainly rocky and variously exposed. In the inner part on the Gulf, at Rapallo harbour, the river Boate flows into the sea. Small *Posidonia* beds are present in several locations between Punta di Portofino and Zoagli, having a lower limit varying from 3 to 15 meters in depth (Issel, 1912, Bavestrello, 1982-83). Under this level the bottoms are muddy, expecially in the central eastern sector of the Gulf.

The artificial reef (fig. 1) was built on muddy bottom whose Invertebrate communities (tab. 2) can be ascribed mainly to CTM (Biocoenosis of Coastal Terrigenous Muds) according to the Peres and Picard classification (1964).

Tab. 1 - Sludge discharge due to the resident (R) and total (T) population in 1980 (from Regione Liguria 1982): the latter includes tourists.

	Population		Average flow(1/s)		BOD5(Kg/d)		Suspended materials(Kg/d)	
	R	T	R	T	R	T	R	T
Portofino	776 -	2,776	1.5 -	5.1	42 -	150	54 -	194
Rapallo	31,797 -	81,797	55.3 -	147.9	1,717 -	4,417	2,226 -	5,726
S.Margherita L.	12,868 -	31,318	23.6 -	57.8	695 -	1,691	901 -	2,193
Zoagli	2,328 -	7,861	4.3 -	14.5	126 -	425	163 -	550
TOTALS	47,769	123,752	84.7	225.3	2,580	6,683	3,344	8,863

In fishing activities Santa Margherita Ligure has always held a distinguished position dating back to a remote past (the Roman name is Piscinum) and at the present time it is the main Ligurian centre for trawl fishing. The trawlers often come into conflict with amateur fisherman and professional small scale fisheries.

COMPONENTS AND TIMING OF REEF CONSTRUCTION

The fishing clubs and professionals engaged in small-scale fishery in the Marconi Gulf decided to found an association with the aim of building an artificial reef in the central part of Gulf. On the basis of the observations effected during the above-mentioned CNR experiments, the object was to protect the bottom from illegal trawling and to restock fish and other organisms of economic value (Relini, 1979,1982a). Tab. 3 and 4 give a summary of the principal components and stages of the construction. The materials obtained by dredging the harbour of Rapallo (tab. 3) were immersed in such a way as to obtain - at least on higher levels - continuity of hard substrata among the artificial items.
Biological observations on the artificial reef have been effected by the Laboratorio di Ecologia Animale of Genova University by a grant of Ministero della Marina Mercantile, which was partially employed to immerge concrete blocks.

BENTHOS COMMUNITIES OF ARTIFICIAL SUBSTRATA

Most of the hard substrata suitable for settlement are situated from 25 to 45 m depth and have been immersed for some years. In general settlement is heavy,though Algae are scarce, and wooden parts have been intensely bored by Crustaceans and Teredinids. On recently immersed substrata (river pebbles) only 5-25% of the surface has been colonized by pioneer settlers belonging to Serpulids and Bryozoans. In this paper it is not possible to list the numerous foulers, but it must be mentioned that mussels, which represent the main communities in the Ancona and Fregene artificial reefs (Ardizzone and Bombace, 1983) are absent, probably due to the depth of the exposed surface; on the other hand, oysters and a lot of erect forms such as Porifera, *Spirographis spallanzanii*, *Alcyonium palmatum*, *Ascidia mentula*, *Phallusia mamillata*, *Lophogorgia sarmentosa*, *Filograna sp*, are present and among the vagile epifauna also spiny lobsters (*Palinurus elephas*)occur.

Tab. 2 Invertebrates dredged on muddy bottom around the reef.

ANNELIDA

POLYCHAETA
Amoharete grubei Malm.
Amphicteis gunneri (Sars)
Chaetozone setosa Malm.
Glycera unicornis Sav.
Glycera sp.
Harmothoe longisetis (Grube)
Laonice cirrata (Sars)
Lumbrineris paradoxa Saint-Joseph
Maldane sp.
Nephthys hombergi Sav.
Nephthys sp.
Notomastus latericeus Sars
Notomastus sp.
Phyllodoce lineata (Clap.)
Prionospio malmgreni Clap.
Sternaspis scutata (Ran.)
Terebellides stroemi Sars

CRUSTACEA
DECAPODA
Alpheus glaber (Olivi)
Anapagurus bicorniger M.Edw.&Bouv.
Anapagurus sp.
Athanas nitescens (Leach)
Ebalia granulosa H.M.Edw.
Goneplax rhomboides (L.)
Philocheras bispinosus (Hail.)
Pontocaris cataphracta (Olivi)
Processa nouveli nouveli Al-Ad.&Will.
TANAIDACEA
Apseudes echinatus Sars

MOLLUSCHA
GASTROPODA
Alvania lineata Risso
Aporrhais pespelecani (L.)
Bela brachystoma (Phil.)
Bittium reticulatum ret. (Da Costa)
Bolinus brandaris (L.)
Calliostoma granulatum (Von Born)
Calyptraea chinensis (L.)
Epitonium clathratulum (J.Adams)
Epitonium turtoni (Turton)
Gibbula philberti (Recl.)
Gibbula sp.
Hinia incrassata (Strom)
Hinia limata (Deshayes)
Lunatia fusca (Blainv.)
Lunatia guillemini (Payr.)
Mangelia attenuata (Montagu)
Niotha denticulata (A.Adams)
Omalogyra atomus (Phil.)
Phyllonotus trunculus (L.)
Rimosodaphnella semicolon (S.Wood)
Ringicula auriculata (Men.)
Rissoa hyalina Fremin
Turritella communis Risso
SCAPHOPODA
Cadulus ovulum Phil.
Dentalium dentalis L.
Dentalium inaequicostatum Dautz.
BIVALVIA
Abra alba (Wood)
Abra prismatica (Montagu)
Acanthocardia aculeata (L.)
Acanthocardia echinata (L.)
Acanthocardia paucicostata (Sow.)
Aequipecten opercularis (L.)
Anomia ephippium L.
Azorinus chamasolen (Da Costa)
Cerastoderma edule (L.)
Chamelea gallina gallina (L.)
Chlamys varia (L.)
Corbula gibba (Olivi)
Cultellus adriaticus Coen
Cuspidaria rostrata (Spen.)
Hiatella rugosa (Pennant)
Loripes lacteus (L.)
Mytilus galloprovincialis Lam.
Myrtea spinifera (Montagu)
Nucula nitidosa Winck.
Nucula sulcata Bronn
Ostrea edulis L.
Pandora pinna (Montagu)
Solecurtus strigilatus (L.)
Tapes decussatus (L.)
Tellina pulchella Lam.
Thyasira flexuosa (Montagu)
Venerupis aurea (Gmelin)
Venerupis rhomboides (Penn.)
Venus verrucosa L.

ECHINODERMATA
HOLOTHURIOIDEA
Labidoplax digitata (Mont.)
Trachythyone elongata Dub.Kor.
Trachythyone tergestina (M.Sars)
Thyone fusus (O.F.Mull.)
ASTEROIDEA
Astropecten irregularis pent. (D.Ch.)
OPHIUROIDEA
Amphiura chiajei Forbes
Amphiura filiformis (O.F.Muller)
Amphiura sp.
ECHINOIDEA
Paracentrotus lividus (Lam.)
Schizaster canaliferus (Lam.)

Tab. 3 Stages of construction of the artificial reef in Marconi Gulf

December 1980	Sinking of 12 wooden lighters
July 1981	" " 3 " "
August 1981	Immersion of small experimental units composed of concrete tubes
November 1983	Sinking of 2 wooden lighters and 5 dock-gates of timber and iron
November 1984	Immersion of 10 parallelepiped blocks of reinforced concrete
Spring 1985	Discharge of 25,000 m^3 of sand, gravel and coarse pebbles, coming from Boate river and dredged in the port of Rapallo
November 1985	Discharge of 2,500 m^3 as above

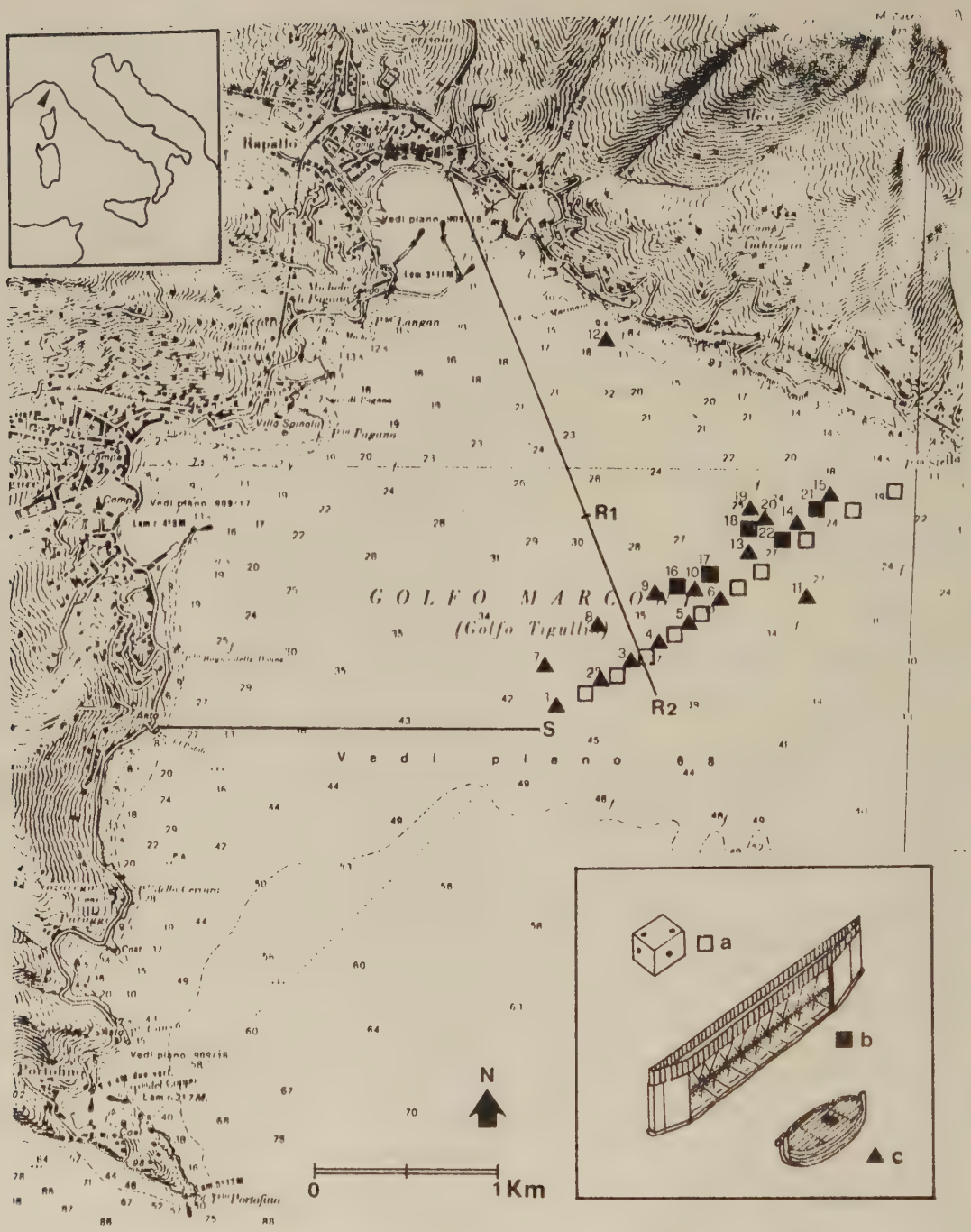


Fig. 1 : The Marconi (or Tigullio) Gulf and the site of the artificial reef (a: concrete blocks; b: dock-gate; c: lighter)

Tab. 4 Surface and volume of Marconi Gulf artificial reef

Substrata	Total surface (m^2)	Total volume (m^3)
lighters	3,174.59	2,422.48
dock-gates	5,839.1	13,659.9
concrete blocks	220	102.4
Totals	9,233.69	16,184.78
Natural dredged materials	----	27,500

The principal species of fish trawled in the Gulf and those observed or captured on the artificial reef in the surrounding waters are listed in Table 5.

Tab. 5 Principal organisms of economic value fished in the Marconi Gulf and observed or captured on the artificial reef (▲).

------ FISHES --------

Argentina sphyraena L.
Arnoglossus laterna Walbaum
Aspitrigla cuculus (L.)
Aspitrigla obscura (L.)
Atherina (Hepsetia) boyeri Risso
Auxis thazard (Lar.)
Belone belone (L.)
▲ Boops boops (L.)
Bothus podas podas (Delar.)
Buglossidium luteum (Risso)
Cepola macrophtalma (L.)
Citharus macrolepidotus (Bloch.)
▲ Conger conger (L.)
▲ Coris julis (L.)
Deltentosteus quadrimaculatus (Val.)
▲ Dentex dentex (L.)
▲ Dicentrarchus labrax (L.)
▲ Diplodus annularis (L.)
▲ Diplodus sargus (L.)
▲ Diplodus vulgaris (E.G.Saint-Hilaire)
▲ Engraulis encrasicholus (L.)
Eutrigla gurnardus (L.)
Gnatophis mistax (Delar.)
Gobius cobitis Pall.
Gobius macrolepis Kolomb.
▲ Gobius niger L.
▲ Labrus bimaculatus L.
▲ Labrus turdus L.
Lepidorhombus boscii (Risso)
Lepidotrigla cavillone (Lac.)
Lesuerigobius friesii (Malm.)
Lesuerigobius suerii (Risso)
Lithognathus mormyrus (L.)
Liza aurata (Risso)
Lophius budegassa Spinola
Lophius piscatorius L.
Merluccius merluccius (L.)
Microchirus variegatus (Donovan)
Mugil cephalus L.
Mugil labeo Cuvier
Mullus barbatus L.
Mullus surmuletus L.
Muraena helena L.
▲ Oblada melanura (L.)
Ophidion barbatum L.
▲ Pagellus acarne (Risso)
▲ Pagellus bogaraveo (Brunn.)
▲ Pagellus erythrinus (L.)
Psetta maxima (L.)
▲ Puntazzo puntazzo (Cetti)
Raja asterias Delar.
Raja clavata L.
Remora remora (L.)
▲ Sardina pilchardus (Walb.)
▲ Sarpa salpa (L.)
▲ Sciena umbra L.
▲ Scomber scombrus L.
▲ Scomber japonicus Houtt.
▲ Seriola dumerilii (Risso)
▲ Serranus cabrilla (L.)
▲ Serranus hepatus (L.)
▲ Serranus scriba (L.)
▲ Scorpaena notata Rafinesque
▲ Scorpaena porcus L.
▲ Scorpaena scrofa L.
Scyliorhinus canicula (L.)
▲ Sparus aurata L.
Sparus pagrus (L.)
Sphyraena sphyraena (L.)
Sprattus sprattus (L.)
Solea ocellata (L.)
Solea vulgaris Quesel
▲ Spicara maena flexuosa Rafinesque
▲ Spicara maena maena (L.)
▲ Spicara smaris (L.)
▲ Spondyliosoma cantharus (L.)
Torpedo marmorata Risso
Trachinus draco L.
▲ Trachurus mediterraneus (Steind)
Trachurus picturatus (T.E.Bow)
▲ Trachurus trachurus (L.)
Trigla lucerna L.
Trigla lyra L.
Trigloporus lastoviza (Brunn.)
Uranoscopus scaber L.
Zeus faber L.

-------CEPHALOPODS ----

Alloteuthis media (L.)
Eledone cirrhosa Lam.
Eledone moschata (Lam.)
Illex coindetii (Ver.)
▲ Loligo vulgaris Lam.
▲ Octopus vulgaris (Lam.)
Sepia elegans D'Orb.
Sepia officinalis L.
Sepia orbignyana Ferussac

-------- CRUSTACEANS ---------

▲ Homarus vulgaris H.Milne Edwards
▲ Liocarcinus depurator (L.)
Maja squinado (Herbst)
▲ Palinurus elephas (Fabr.)
Penaeus kerathurus (Forskal)
Squilla mantis Fabricius

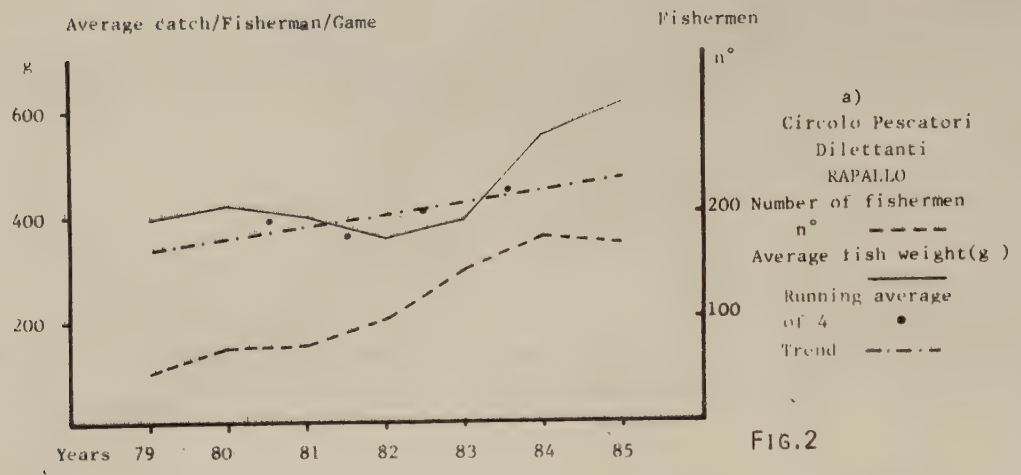


FIG.2

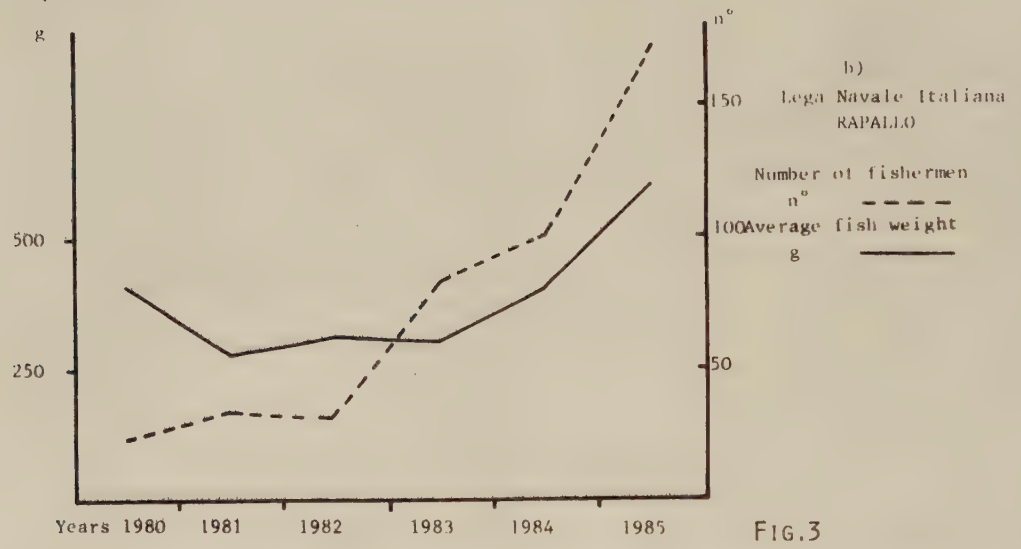


FIG.3

Fig. 2-3 : Number of sportmen engaged in summer line competitions and average catch per head at Rapallo.

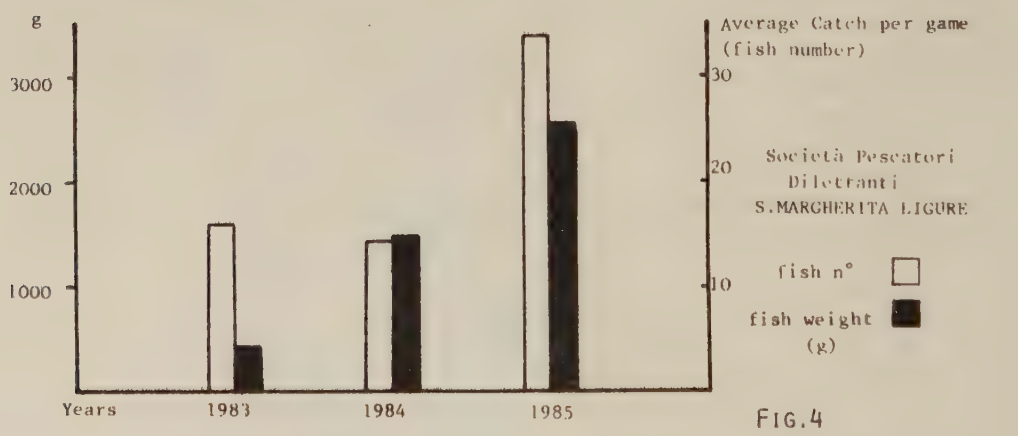


FIG.4

Fig. 4 : Average catch per fisherman, as number and weight of fish,in the summer line games at S.Margherita Ligure.

FIRST RESULTS FOR FISHERIES

1) Sport fishery

Sport fishing clubs in the Golfo Marconi think that the construction of the artificial reef has improved their activity. They have given the results of their official fishing competitions (using lines) from which it is possible to notice an evident increase both in the amount of activity and in the quantity of the catches.
Their opinion, which has been voiced in several reports and letters, can be summarized as follows (taken from a letter from the President of "Lega Navale di Rapallo"); "The increase of fishing species with time is evident and has been found mainly in the zone around the artificial reef. The qualitative and quantitative increase in the fish is even better than the data provided by the competitions can prove, because sport fishing competitions occur during only one season (summer) and only a few species are fished ... (omissis). The increase in catches has clearly improved both sport fishing and professional fishing".
In Rapallo the summer line fishing competitions organized by two sport clubs, whose members fish regularly on the reef, show increasing catches, in terms of weight of fish per fisherman, from 1982 onward (fig. 2 and 3). During the same period the numbers of sportsmen partecipating in each competition showed an even larger increase; this fact reflects the spread in the Gulf of sport fishery and at the same time seems to indicate a phase of recovery of the fished stock compared to the period of illegal trawling. The fished species are quite common (*Boops boops, Smaris sp.p., Gobiidae, ecc.*) and also form part of the trawl catch (Relini, Peirano, Tunesi, Orsi Relini 1985).
At Santa Margherita the number of sportsmen engaged in the competitions has increased comparatively over the last few years and also in their fishing area, which is situated outside the harbour, the catch per head is better, both in terms of number of fish and total weight. The average weight of fish caught during the competitions rose from about 30 g in 1983, to 100 g in 1984 and 80 g in 1985. This explains the results regarding total weight and number of fish per fisherman, both increased but not in the same proportion (fig. 4). Also in this case one can assume an effect of protection of the fish stocks due to the reef.

2) Professional small-scale fishing

It is much more difficult to collect reliable data on small-scale fishing, an activity which passes on its most valuable produts to the touristic industry and avoids registration of sales. Although the increase in this activity is shown by the number of motorboats registered by professional fishermen in the "Capitaneria di Genova" (fig. 5) from 1979 to 1984. The boats from Rapallo and Santa Margherita Ligure, two towns close to the artificial reef, are compared to those from Chiavari, a location not very far from the Marconi Gulf and Arenzano, that is further away on the Western Riviera. An important increase in the number of boats occurred at Rapallo and Santa Margherita Ligure.

The qualitative composition of trammel nets catches around the lighters is shown in fig. 6: the graph represent an average of summer and winter catches. The presence of species linked both to hard and muddy bottoms can be noticed.
A quantitative evaluation of the catches is till now impossible, as the number of trammel nets or other gears employed during the year is unknown. Abusive fishers employing professional gears have also been recorded.

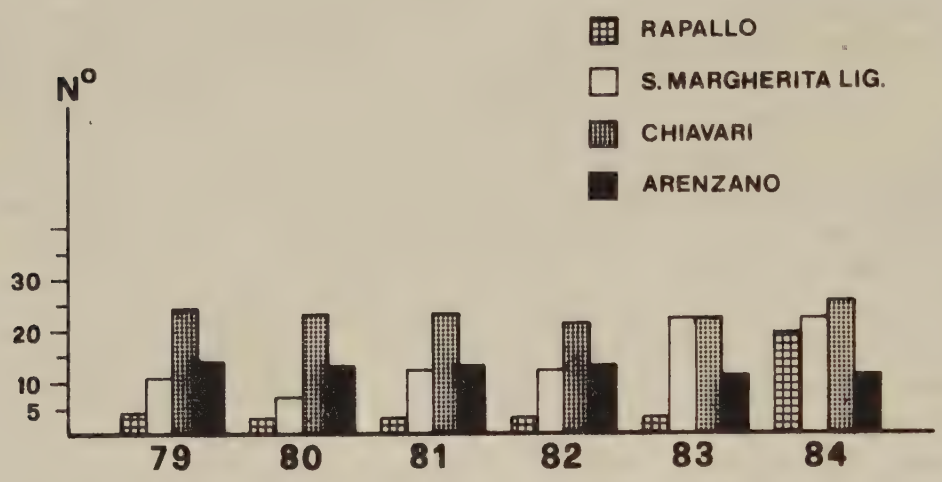


Fig. 5 : Number of motorized vessels engaged in small scale fisheries in four resorts of Ligurian Riviera. An increase is shown mainly at Rapallo and S.Margherita (data registered by the Capitaneria di Porto of Genova).

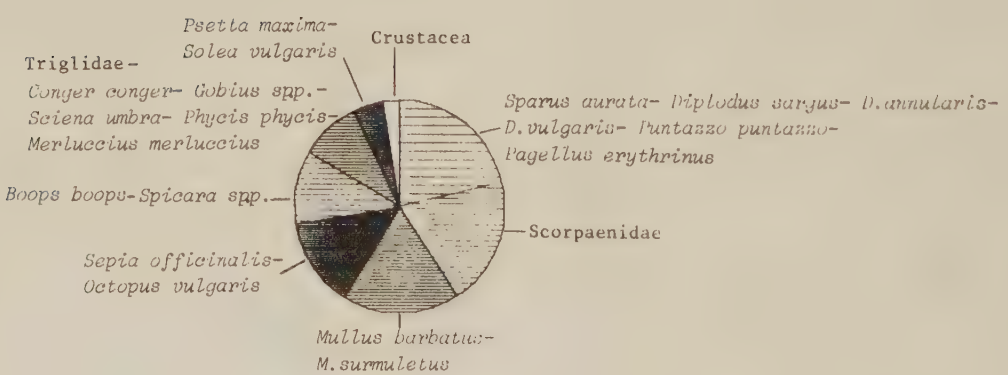


Fig. 6 : Composition of trammel net catches around the artificial reef.

REFERENCES

ARDIZZONE G.D. and BOMBACE G. - 1983 - Artificial reef esperiments along a Tyrrhenian Sea coast. Journée Etud. Récifs artif. et Maricult. Suspend. - Cannes CIESM: pp. 49-51.

BAVESTRELLO G. - 1982-83 - Nuove osservazioni sulle praterie di Posidonia oceanica (L.) Delile del versante occidentale del Golfo Marconi (Riviera Ligure di Levante). Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova, 50-51: pp. 99-104.

BOMBACE G. - 1981 - Note on experiments in artificial reefs in Italy. In Management of living resources in the Mediterraneas coastal area. Stud. Rev. Gen. Fish. Counc. Medit. 58, pp. 309-324.

GROVE R.S. and C.J. SONU - 1985 - Fishing reef planning in Japan. In Artificial Reefs, Marine and Freshwater Applications. Lewis Publishers, Inc. pp. 187-251.

ISSEL R. - 1912 - Il benthos animale delle foglie di Posidonia studiato dal punto di vista bionomico. Zool. Jahrb. 33: pp. 379-420.

PERES J.M. and PICARD J. - 1964 - Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Mediterranee. Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume 31 (47): pp. 5-137.

REGIONE LIGURIA - 1982 - Piano regionale di risanamento delle acque. Relazione di sintesi.

RELINI G. - 1979 - Ricerche in corso in Liguria sulle barriere artificiali. Atti 8° Simposio Nazionale sulla conservazione della Natura, Bari; pp. 79-87.

RELINI G. - 1980 - Elenco dei lavori sul fouling di acque italiane compilato dal gruppo fouling del Comitato B.I.P. della SIBM. Mem. Biol. Marina e Oceanogr., 10 suppl., pp. 343-355.

RELINI G. - 1982a - Esperienze di barriere artificiali in Liguria. Atti Convegno delle Unità Operative afferenti ai sottoprogetti Risorse Biologiche e Inquinamento Marino; Roma, 10-11 novembre 1981: pp. 155-164.

RELINI G. - 1982b - La Barriera artificiale nel Golfo Marconi (Mar Ligure). Naturalistica Sicil., S IV,VI (suppl.), 3: pp. 593-599.

RELINI G. - 1983a - Esperienze di barriere artificiali in Mar Ligure. Atti Convegno "Gestione e Valorizzazione della fascia costiera" Ancona 4-5 giugno 1982.Gazzettino della Pesca, 5 suppl., pp. 20-23.

RELINI G. - 1983b - Twelve years of experiments on artificial reefs in the Gulf of Genoa (Italy). Journée Etud. Récifs artif. et Maricult. Suspend. - Cannes CIESM: pp. 73-75.

RELINI G., PEIRANO A., TUNESI L., ORSI RELINI L. - 1985 - La pesca a strascico nella fascia costiera ligure: I° - Composizione qualitativa e quantitativa delle catture in un ciclo di campionamento annuale. Oebalia, 11:(2) n.s.: pp. 489-508.

RELINI G. and RELINI ORSI L. - (1971) 1971-72 - Affondamento in mare di carcasse di automobili ed inquinamento. Quad. Civ. Staz. Idrobiol. Milano, 3/4, pp. 31-43.

ANNEX(E) L

ARTIFICIAL REEF AND POSIDONIA BED PROTECTION OFF LOANO (WESTERN LIGURIAN RIVIERA)

RELINI G.(+) E MORETTI S.(^)

(+) Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale - Università di Genova
(^) AGEI - Roma

RESUME' - *Un financement CEE a permis la construction d'une récif artificiel en face du Port de Loano. Le but principal de ce projet est la protection de la prairie de Posidonie, abîmée par le chalutage.*

In these last thirty years the coastal marine environment in the Western Ligurian Riviera has been affected by two main causes of deterioration: 1) illegal fishing which in a very narrow neritic ground does not respect the 50 m depth limit to mechanized activity. 2) The wrong method of repairing sandy shore with discharge in the sea of unsuitable materials or with particles which are too small, so that the bottom has become muddy and marine flora destroyed. The decline or the disappearance of Posidonia meadows induces a chain reaction because the sea storms became even more destructive and so it is necessary for new discharged materials to maintain the sandy shore. The natural rocky bottoms are disappearing while the sandy shore is becaming aseptic artificial land of sand without fauna and flora. The effect of this situation on small fishery is evident. The role of trawling in the inshore waters has also been studied in the Ligurian sea (Relini, Orsi, Peirano and Tunesi 1985).
The Town Council of Loano, understanding the needs of professional small-scale fishery and of sport-fishery has requested funds for the construction of an artificial reef in an area near the port. The main aim of the project, in the preparation of which we too have cooperated in the field of biological interaction and environmental studies, is to protect natural environments and if possible to restore some of them, in particular to attract and produce marine resources suitable for fishermen. The project, planned by ECG (Engeneering Contractor's Group, Rome) and based also on experience acquired in Italy (Bombace 1977, 1982, Relini 1982, 1985), was approved in 1985 and received financial support from the EEC,the Ministero Marina Mercantile and the Province of Savona and at present time the block units are in construction on land. It will be useful during this meeting to present and to describe this project and its aims.

THE ENVIRONMENT - The shallow bottoms along the Loano coast are composed mainly of thin sand and mud partially covered by Posidonia and Cymodocea meadows. To the east of the harbour at about 2.5 m depth, there is an area parallel to the shore in which rocky blocks and pebbles occur, probably the remains of a breakwater reef to protect the railway. These rocks, covered by photophilic Algae mainly represented by Ulvaceae, together with rocks of port warf, pebbles of zone R and wrecks (W in fig. 1) are all the hard substrata in the area where the construction of the artificial reef will take place.
An investigation was carried out to map the Posidonia meadow and to describe the main biocoenosis up to 50 m depth. Between 3 and 12 m most of the area is covered by *Cymodocea nodosa* and related organisms. At a depth more than 25 m Biocenosis of Coastal Detritus bottoms (CD) occur which is gradually changing into Bioceno-

sis of Coastal Terrigenous Muds (CTM). The Posidonia bed extends from 9 to 20 m, but is reducing eastwards and ends off the small pile south of Loano harbour (see fig. 1). In the past the Posidonia meadow extended along all the coast in the direction of Pietra Ligure, as can be seen on old fishing maps. At present the density of plants is not uniform; in the central part of the existing meadow there are 120-150 shoots/m^2, while near the border no more than 50 occur.
One goal of the Loano project is to protect the Posidonia meadow and if possible to extend it, because of its great importance in the maintenance of biological diversity, in the fishery economy and in the protection against coastal erosion. Damage caused by trawling to the Posidonia bed is well known (Ardizzone and Migliuolo 1982, Ardizzone and Pelusi 1983).Another main goal is to restock fishing resources which have been exploited in an environment which is suffering from degradation and the competition between professional and sports fishing and between trawling and small-scale fishery.

THE ARTIFICIAL REEF - To obtain the above mentioned aims three type of concrete blocks have been designed: Unit A: concrete block 2x2x2 m with holes passing through the block from one side to the other (fig. 4); Unit B: similar to A with a metal ring in the middle of the upper surface; Unit C: concrete block 1.2x1.2x1.2 m with holes and two grooves on the basal part to be used for cables during immersion operation (fig. 2). On each lateral face of units A and B there are five holes, the ones in the middle are larger and intersect with each other in the middle. The other 4 holes, are smaller and are positioned so as not to intersect. In C-type the holes are not connected. Finally the ring on the B-type block should be useful for further improvement, in particular to attach ropes for mussel cultivation as has been done in the Ancona and Fregene artificial reef (Ardizzone and Bombace 1983). Blocks A and B in the main reef will be arranged in pyramids, four blocks A at the base and one of B-type at the top (fig. 5). Each pyramid will have a base of stone, about 50 cm high to avoid the structure sinking into the bottom. The main reef will be composed of 30 pyramids 25 m apart, positioned along the sides of the 200x100 m rectangle and inside it (fig. 4). The main reef will be immersed between 18 and 23 m depth, with the longest side parallel to the bathymetrical line, in the central part of the area off the coast of Loano (fig. 1). The choice of this site was suggested by the following factors: a) the site of the main reef is located at the outer limit of the Posidonia meadow where the sea-grass is degraded; b) it is located on a ideal line connecting the Posidonia bed to a large wreck at 30 m depth (source of foulers); c) the bottom, composed of 80% of sand and 20% mud, is sufficiently consistent to support pyramids of blocks.
The 200 blocks of C-type will be positioned in the form of a grid (see fig. 1) designed in such a way as to avoid any passage larger than 50x250 m and so to avoid trawling in the area but allowing the use of artisanal gear. These blocks have a total volume of 345 m^3 and cover an area of 350 ha around the main reef extending from 5 to 45 m depth as reported in fig. 1.

LOCAL FISHERY - The local fishing fleet, as registered at the end of 1984 in the Loano port, is composed of 36 boats (with oar or outboard motors) of 39.2 GRT, 94 motorboats of 242 GRT, 10 vessels of a total of 303 GRT and 2 trawlers of 39 GRT. The last two trawl in shallow water off Loano, where trawlers from Savona and Imperia also operate. The main gears used in Loano are trammel, drift nets, purse seine, tuna seine, long line, and trawling.

REFERENCES

ARDIZZONE G.D. and BOMBACE G. - 1983
Artificial reef experiments along a Tyrrhenian Sea coast. Journée Etud. Récifs artif. at Maricult. Suspend. - Cannes CIESM: pp. 49-51.

ARDIZZONE G. and MIGLIUOLO A. - 1982
Modificazioni di una prateria di Posidonia oceanica (L.) Delile del Medio Tirreno sottoposta ad attività di pesca a strascico. Naturalista Siciliano, ser. IV, 6 (suppl. 3), pp. 509-515.

ARDIZZONE G.D. and P. PELUSI - 1983
Yeld and damage evaluation of bottom trawling on Posidonia Meadows. Int. Workshop on Posidonia oceanica beds. Boudouresque C.F. Jendy De Grissac A. Olivier J edit. GIS Posidonie 1984; 1: pp. 63-72.

BOMBACE G. - 1977
Aspetti teorici e sperimentali concernenti le barriere artificiali. Atti IX Congresso SIBM, Ischia, Maggio 1977. Ed. La Seppia, Firenze, pp. 29-42.

BOMBACE G. - 1981
Note on experiments in artificial reefs in Italy. In Management of living resources in the Mediterranean coastal area. Stud. Rev. Gen. Fish. Counc. Medit. 58, pp. 309-324.

RELINI G. - 1982
Twelve years of experiments on artificial reefs in the Gulf of Genova (Italy). Journée Etud. Récifs artif. et Maricult. Suspend. - Cannes CIESM: pp. 73-75.

RELINI G. - 1985
Significato della fascia costiera delle tre miglia nella gestione e protezione delle risorse da pesca. Nova Thalassia (in press).

RELINI G., ORSI RELINI L., PEIRANO A. and TUNESI L. - 1985
Quantitative patterns of trawl fishing in the Ligurian sea, in relation to the legal limit of 50 m depth. FAO Fish. Rep., 336: pp. 135-140.

EXPLANETION OF FIGURES

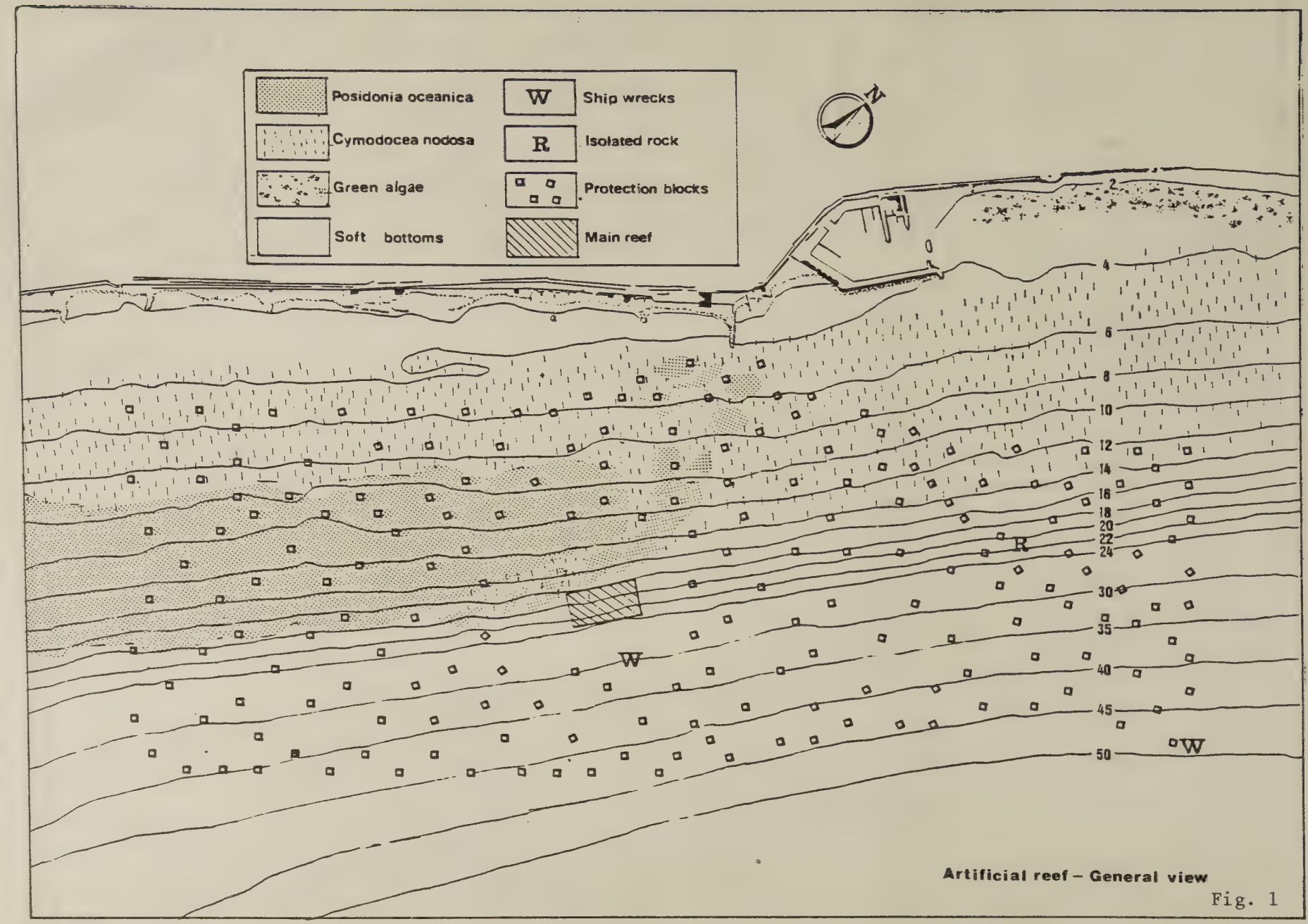
Fig. 1 - A general view of the location of the main reef and distribution of blocks protecting Posidonia meadow. The principal types of bottom and communities are also recorded.

Fig. 2 - Protection block (1.2x1.2x1.2m).

Fig. 3 - Location of Loano reef.

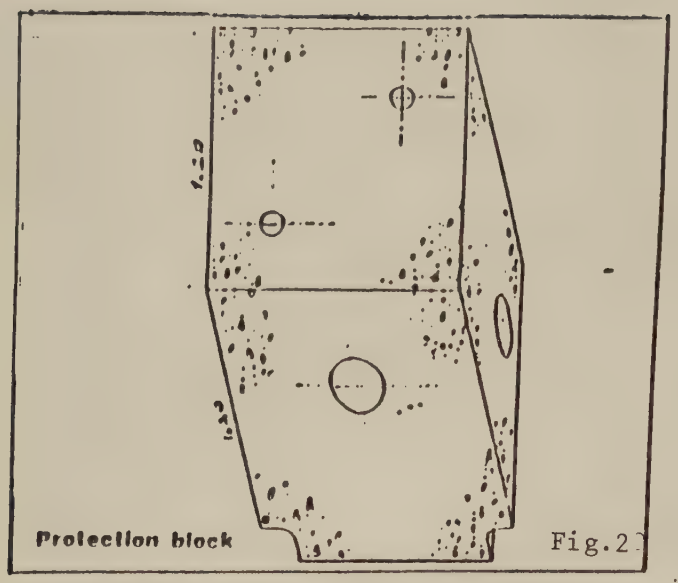
Fig. 4 - Arrangement of pyramids composed of 5 blocks in the main reef (on the left) and one block of the pyramid (on the right).

Fig. 5 - Block arrangement of the pyramids.

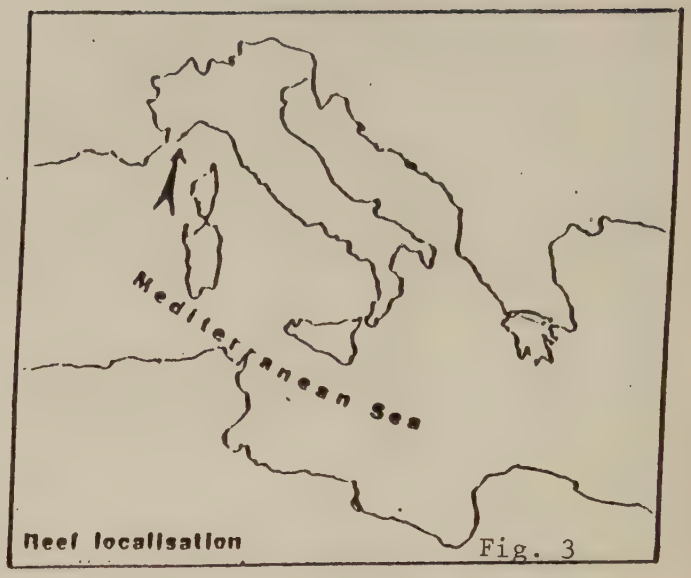


Artificial reef – General view

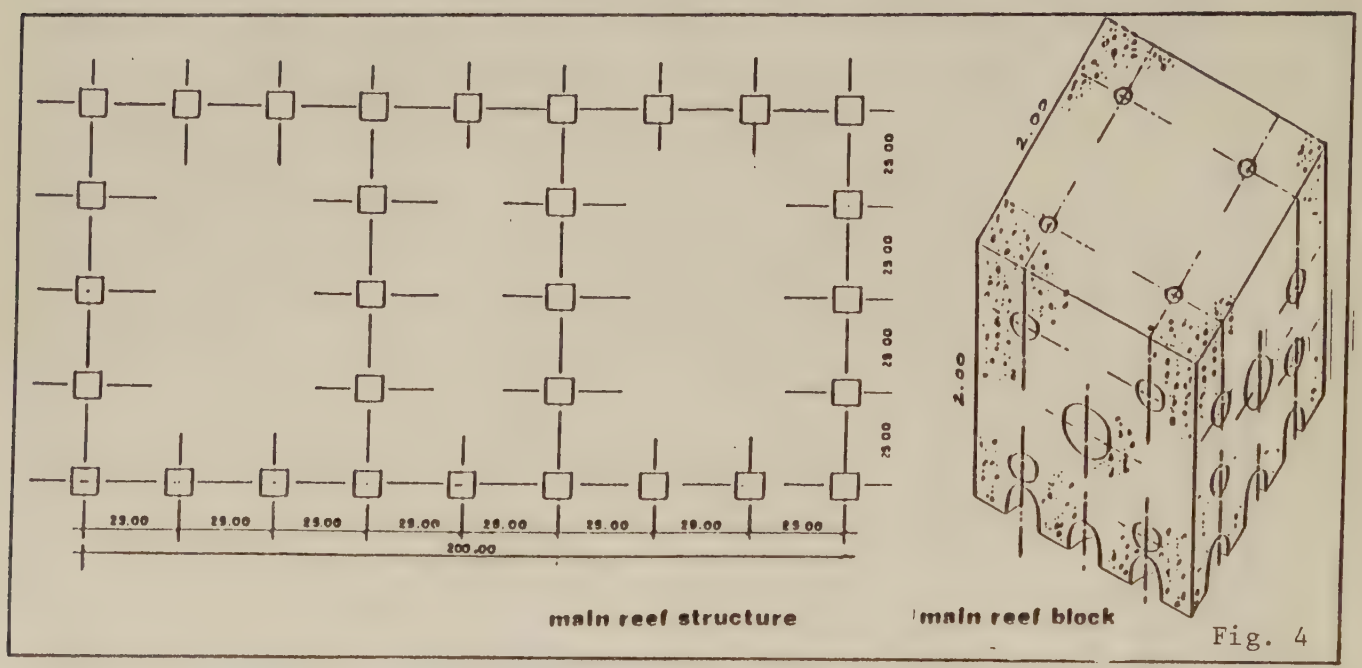
Fig. 1



Protection block Fig.2



Reef localisation Fig. 3



main reef structure

main reef block Fig. 4

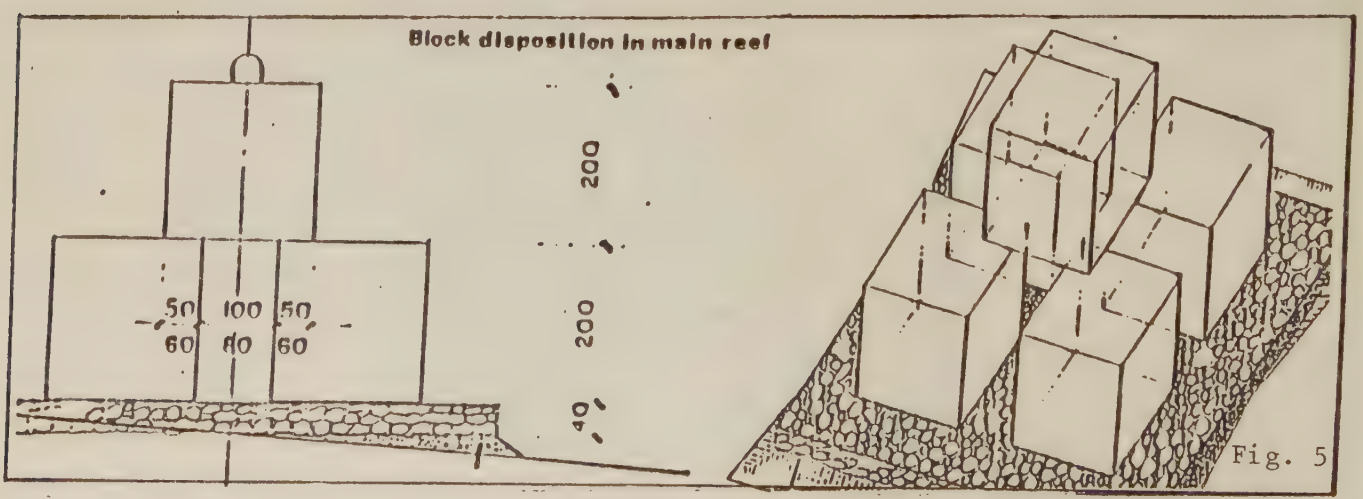


Fig. 5

ANNEX(E) M

Zoobenthic colonization of a small artificial reef in the Southern Tyrrhenian: results of a three-year survey

by

S. Riggio, F. Badalamenti, R. Chemello, M. Gristina
Laboratorio di Ecologia, Istituto di Zoologia
dell'Università, via Archirafi, 18 - I 90123 Palermo

INTRODUCTION - The benthic colonization of the small artificial reef off Terrasini in northwestern Sicily has been investigated since the laying of the reef, in October 1981. Sequential examination of the settlements has allowed us to sketch a picture of the succession of benthic communities (RIGGIO, 1983; RIGGIO et al., 1985; BADALAMENTI et al., 1985) which is only partly consistent with the behaviour exhibited by similar stuctures laid in other sites of the Mediterranean. Although a recruitment of fish and cephalopods in the area is evident, close estimates of the fish fauna may be of little value due to the small size of the reef. The relations of fish with the benthos growing on the two truncated pyramids are also unclear. This uncertainty, in our opinion, is not due to a lack of investigation, but rather to the non-linear processes of benhtos development taking place in the reef and which are ultimately consequence of the higher diversity and low primary productivity typical of a subtropical marine environment as in fact the low Tyrrhenian is. Our present contribution is therefore merely a starting point for new more sophisticated research on the trophic and biological networks developing around and inside the reef.

METHODS - The procedures employed are extensively dealt with in previous contributions (BADALAMENTI et al., 1985; RIGGIO et al., 1985). They may be summarized as follows: Samplings were carried out by SCUBA divers about 6, 10, 20, 32 and 36

months after the laying of the reef. Standard 400sqcm areas were removed from the centre of the 4 exposed walls of the outer boulders.
Three boulders from the ground level, 2 from the first level and 1 from the top were examined. Boulders aA1, aA3, cC2 and aC2 were sampled more than once, so that the final number of samplings was 10, with a total number of samples of 40. The concrete cubes examined in August 1984 and in October 1984 were respectively aA3 and cC2. No samples were obtained from the interior of the reef or from the tunnels crossing the blocks as the access to divers was impossible. Algae and debris were washed in sea water and sieved to a mesh size of about .5mm. Handsorting was carried out at a stereolens; individuals and colonies were counted and taxonomically identified. To make our procedure consistent to the one used in bionomical research, colonial densities were expressed as percent cover. Also the densities of individual taxa were expressed as % cover, multiplying the numbers by suitable conversion factors. To simplify the calculations, % coefficients from .1 to .9 were employed according to the size of the species.The algae and some minor invertebrate groups were isolated and are still under examination.
RESULTS - A constant increase in the number of species as well as in the percent cover or in the diversity is evident if the pyramid is a considered as a whole system, i.e. if average values for each boulder or for a group of boulders are taken into account (fig.1, a - b). Discrete values instead result when single cubes are separately examined, which seemingly contraddict the trend shown by the whole structure (fig 2). The values are more similar if cubes and/or walls showing the same orientation are compared. A very similar behaviour is put into evidence for the horizontal faces on top of the cubes (figs. 3,4).

The overall rise is very steep in the first stages, i.e. within two years after the onset of colonization, whereas a decline in the increase with a tendency to an asymptotic growth of all values is evident in the samplings from 24 to 36 months.

The numbers describing the development and their relative percentages are summarized as follows: invertebrate taxa are about 40 in the 6 months after submergence with a lower value - 35 - in the basal block and an upper one - 45 - in the block of the first level. The above numbers redouble 6 months later, to attain about 90 after 2 years, with a maximum close to 100 and a minimum at 85. Three years after laying, the numbers approach 100 per cube with small differences between the samples. Summing up the numbers of species included in the most represented groups of the Polychaete Annelida, the Mollusca and the Polyzoa (fig. 5a - b), one finds an increase from 155 to 247 in the 16 - 18 month period between spring 1983 and summer 1984.

The Mollusca are massive immigrants after the second year when their number shifts from 46 to 60, with a 22% increase. The Bivalvia are quite absent in the first stages

to show a limited recruitment starting from the second year of the laying.

As stated above, the taxonomic constitution of the settlements shows a sharp dominance of the Polychaete Annelida, of the Gastropoda and the Bryozoa. Other groups, such as the Porifera, the Crustacea and the Bivalvia are a negligible component in the early phases which however tends to a sensible increase in the third year. Some remarks follow as to the qualitative changes occurring in the course of the colonization:

POLYCHAETA - The dynamics of colonization shows in the early stages a massive invasion by Serpulids represented by 12 species; they decline to merely 4 one year later. An increase both in number of species and of population densisties in the third year occurs in the following groups: Aphroditidae, Phyllodocidae, Syllidae, Lumbrinereinae, Sabellidae and other minor groups.

Other groups, such as the Nereidae, the Eunicinae and Terebellidae are rather stable and include widely distributed forms with herbivorous or detritivorous habits, such as Platynereis dumerili , Eunice vittata , Lysidice ninetta and Nematonereis unicornis . The changes observed in the taxonomic composition also imply a major transformation of the trophic structure occurring in the course of succession with an ultimate tendency to dominance by carnivores and deposit feeders (fig. 6). Other features in the taxonomic constitution can be outlined as follows:

The Aphroditidae are 7 species, 5 of which are collected in August 1984 from the top boulder, aA3. The Phyllodocidae appear with 11 species from the second year onward and are mainly found in aA3. The Syllidae are represented in the first two years by as little as 10 species - all Syllinae and Exogoninae; the last two samples show the addition of 24 species, mostly Eusyllinae and Autolithinae. The late stages are also characterized by a massive invasion by the Opheliid Polyophthalmus pictus and by the Sabellid Amphiglena mediterranea Leyd. Sabellaria spinulosa makes also its first appearance.

MOLLUSCA - Early molluscan settlement is restricted to the Gastropoda. The Bivalvia are found one year after the laying of the reef, and are represented by a tiny number of species which show an increase in the following years (fig. 7).

The first Gastropoda are very common ubiquitous taxa, mostly Rissoacea. After 6 months few scattered individuals of Bittium latreilli are found. The populations of B. latreilli grow attaining an absolute dominance over one year either from a numerical or from a biomass point of view. B. jadertinum is a late settler and together with B. latreilli it gives rise to mixed populations.

Maxima in the presence of the Rissoidae are recorded in summer 1984, in coincidence with the highest development of the algal cover. Analyse of the feeding - habits points out a steady dominance of the detritivorous taxa; the carnivores

however increase their presence, although at a low rate. Also suspensivores and herbivores show an increase (fig.8). Two typical scavengers - Hinia incrassata and Nassarius cuvierii - are recorded in the latest sample, while Triphora perversa L. and Cerithiopsis tubercularis are known as predators of demosponges (BOUCHET, 1984; FRETTER & GRAHAM, 1982).

The first Bivalvia are the ubiquitous Musculus costulatus , Petricola lithophaga and Hiatella arctica . This one is a typical dweller of small crevices in rocky habitat. The Bivalve populations steady develop throughout the second year, exhibiting an increase related to a tendency toward the making up of typically encrusting complexes. Outstanding representatives are in fact Spondylus gaederopus , Pseudochama gryphina , Arca noae and Lima lima .

Young Mytilaster minimus , a typical species of the infralittoral fringe, are commonly found throughout the colonization, although in low numbers.

POLYZOA - Pioneer species expanding over the bare walls of the cubes are typically encrusting forms, whereas the ones thriving inside the holes and in the shady walls are especially bushy colonies like Caberea boryi and other taxa with similar habitus. The appearance of the Aeteidae is consistent with the accumulation of debris and detritic particles on the horizontal platforms or within calcareous formations.

At the latest stages a massive recruitment of both Aeteidae and Cyclostomata occurs as a consequence either of the growth of the mud layer or of the setting up of a luxuriant algal vegetation supporting many epiphytic species, such as M. lepralioides and S. sanguinea which live on the thallus or within the leaflets of the brown alga Halopteris filicina .

MINOR GROUPS - Within these may be placed the Porifera and the Crustacea. It is worth mentioning the almost complete absence of the Echinoderms and of the Ascidiacea.

The PORIFERA are mainly Calcispongiae of the genus Sycon ; in the last year however a thick film of Demospongiae, mostly Cacospongia sp., occupies the spaces among the algal tufts.

The CRUSTACEA are present with the groups of the Percarida and of the Decapoda.

Amphipoda and Tanaidacea appear since the early stages. The Tanaidacea then decrease; on the contrary the Amphipod populations markedly grow attaining densities as high as about 300 individual per cube which almost redouble in the last samplings.

The DECAPODA are few at beginning, mainly restricted to Paguroidea occupying the empty shells of Bittium and young Pisa spp. A tendency to increase is also evident. The increasing presence of small Natantia and of juveniles of Palinurus vulgaris inhabiting the holes on the wall surfaces is also documented.

DISCUSSION - Information gathered from our previous

surveys (RIGGIO 1983; RIGGIO et al., 1985; BADALAMENTI et al., 1985) had stressed the significance of the colonization phases in the assessment of the efficiency of an artificial reef in providing refuge and food for fish. Both aspects of our problem, i.e. the ability of the biotic complexes growing on a hard substratum to attain a mature stage and their capacity to convert potential energy into a useful form seem to be stricly related. The interest for a more thoroughly knowledge of our pyramids is further enhanced as we have assumed the reef off Terrasini as a model of the behaviour of similar structures in Southern Mediterranean.

A true ecological succession indeed occurs on our reef, which is totally different from the abrupt invasion of the substrata by filter - feeders occurring in the Adriatic (BOMBACE 1981; 1983) or in Mid Tyrrhenian (ARDIZZONE e al., 1982). Analogies exist with settlements reported in the Ligurian Sea (RELINI, 1982; BALDUZZI e al., 1982) and in the southern French coast (DUVAL et CANTERA, 1982). The hitherto observed processes are part of a true ecological succession, which tends to a mature stage dominated by the Cystoseiretalia in the most exposed faces (BADALAMENTI & al., cit.).

The different orientation and exposition to light and currents of each face markedly affects the patterns of succession. If one refers to the simplest pattern of community development, taking place on the upright outer walls facing the open sea, the succession can be defined as a discontinuos process going on by major steps (RIGGIO e ARDIZZONE, 1979) i.e.: a) encrusting blad - like organisms together with small felt like algae and microorganisms;

b) growth of small sized - algae (Halopteris filicina) and branching colonies of filter-feeders;

c) settlement by large - sized algae (Cystoseira and Sargassum spp.) and establishment of a persistent long-living algal cover.

The colonization by invertebrates is strictly bound to the algal growth, and in fact every new species recruitment coincides with the settlement of new algae. Such a phenomenon has been more evident from examination of the three-year samples which showed the addition of a numerous diversified fauna typically associated to Cystoseira spp. or to other brown algae (PERES et PICARD, 1964; BELLAN - SANTINI, 1969).The population outbreaks of the Polychaete Polyophthalmus pictus and Amphiglena mediterranea , or of the numerous Rissoidae as well as of the whole Caprellid group may be assumed as directly related to the luxuriant growth of C. compressa .

The horizontal faces behave differently because of the higher silting which is responsible for the creation of a thick carpet of soft sediments suitable to species living in detritus or in sand such as Aeteid Polyzoa, Eunicid Polychaetes and Gastropods like Bittium spp. Colonization of horizontal faces seems to tend rather to a Posidonietum as a final stage of succession, and the finding of some juvenile Pinna nobilis should be a confirmation of such

an assumption.

The faces in shade, such as those inside the reef, are colonized by typical photophobic taxa with calcareous skeletons giving rise to heavy encrustations; therefore the development of a "précoralligène" should be expected without many chances to progress to a true "coralligène" (PERES et PICARD, 1964) owing to the high silting rates. Only the innermost walls show the presence of madreporarian and extensive sponge colonies which must be interpreted as a "cave community".

Erect encrusting forms protrude instead from the walls of the tunnels connecting the opposite faces of each boulder. Their growth is very rapid, probably favoured by the steady water inflow.

The low density of some indicators of the mature stages such as the Demosponges (which are at their early onset) means that the process of succession is still going on and it is very likely to take from three to five years to attain its maximum stability, as observed on the brekwaters of nearby harbours (RIGGIO e ARDIZZONE, 1979; 1980). The abundance of the juvenile classes and the lack of adult and large-sized individuals, particularly in the groups living on soft bottom, proves that the reef system is still at an immature stage. The cube pyramid can be thought of as an effective nursery for invertebrate populations which could be fed upon intensely by small predators or even migrate back to the surrounding sandy grounds. Changes of community constitution are also reflected in the changes of feeding habits shown by the leading groups of the Polychaeta and of the Gastropoda, where a marked increase of the carnivores and of detritus feeders is evident.

Contrary to what known from literature, the filter feeders are a minor component, which is quite irrelevant at the very early stages. A role might be played by the sponges which are fed upon by specialized Gastropods which could be seized by carnivorous fish. The role of the Bivalvia is very low as they are but a small fraction of the Mollusca and a tiny fraction of the total.

This is, in our opinion, what mostly distinguishes our reef from the reefs in Mid Tyrrhenian (ARDIZZONE e al., 1982) and in the Adriatic (BOMBACE, 1980; 1982), and mostly affects its efficiency in the restocking of the area. The low number of filter feeders involves a low rate in the conversion of seston to potential prey for fish, and therefore a small ability of the reef in "producing" fish. This is however what happens on natural rocky substrata in Northern Sicily, which are blanketed with seaweeds even in eutrophic conditions but do not show any appreciable mussel or oyster settlements.

Only in situations of very serious mixed pollution as the one in the Gulf of Castellammare (D'ANNA e al., 1985) and in few other places are Mytilus galloprovincialis able to thrive reaching an appreciable size.

In "normal" up to eutrophic conditions, is only Mytilaster minimus Poli to be found. The typical yields

of our coastal fishery are therefore bound to the outcome of complex food webs based on the productivity of benthic algae, and this results in a powerful constraint to the attainment of high fishing yields. In such respect our reef behaves mostly like the nearby natural rocks and its probable low productivity is quite related to the low productivity of our rocky coasts. From preliminary surveys on we have found that the most prized fish caught by artisanal fishery feed primarily on Decapoda (small prawns, Galatheid shrimps), Amphipods and Polychaete worms. The Decapoda seem to be not very common in the reef (but it could also be due to unsuitable collecting methods), but they are rather frequent in the nearby seagrass beds, and therefore it is very likely that the reef might be a refuge in the day for fish which migrate to richer pastures in the seagrass bed in the night, as observed by RUSSELL (1965) in New Zealand. The rise of Amphipod populations, which are a normal food item of many fish, is a favourable perspective to the development of an exploitable food web.

CONCLUSIONS - The small experimental reef laid off Terrasini offers a strong argument in favour of the high diversification of the marine biota in Southern Mediterranean. The artificial reef under study may be assumed as a natural rocky habitat showing a pattern of ecological succession in which the algae and the encrusting forms are dominant. Recruitment occurs mainly from the brown algal community, but also the Posidonia beds and the photophobic encrusting biocoenoses largely contribute to the settlements. Saturation of niches goes on rather slowly and high diversities are likely to be attained, so that this phenomenon seems to negatively affect the biological productivity. As a consequence the ability of the reef to recycle energy into a useful form is thus slowed down, but this is a characteristics common to almost the whole rocky habitat in Southern and perhaps even in North Mediterranen even if at a lesser degree.

Nevertheless our reef is very likely an effective refuge for fish and, provided it is let mature for five - six years, its ability to support a fish fauna would be greatly enhanced. Moreover, the fish and crustacean fauna related to the reef is usually a high - prized one. As a conclusion, artficial reefs, although at a Southern latitude they are less productive than in the North, yet they seem no less productive than natural rich fishing grounds and are surely a means to preserve and repopulate invertebrate communties which can in turn support fish.

From a purely theoretical point of view, they are also an invaluable means fo investigating the marine environment and throw an insight on the many intriguing problems related to the managment of the coastal environment and the sound use of the resources.

REFERENCES

ARDIZZONE G.D.,CHIMENZ C.,BELLUSCIO A.,1982- Benthic Communities on the artificial Reef of Fregene (Latium).Journée Etude Recifs artif.et Mariculture suspend.,Cannes, C.I.E.S.M.:55-57.

BADALAMENTI F.,GIACCONE G.,GRISTINA M.,RIGGIO S.,1985- An eighteen month Survey of the artificial reef off Terrasini (N/W Sicily): the algal Settlements.Oebalia,XI, N.S.:417-425.

BALDUZZI A. et alii,1982- Prime osservazioni sulle barriere artificiali della riserva sottomarina di Monaco.Naturalista sicil.,S.IV,VI (Suppl.),3:601-605.

BELLAN-SANTINI D.,1969- Contribution à l'étude des peuplements infralittoraux sur substrat rocheux.Rec.Trav.Stat.Mar.Endoume,63(47), 294 pp.

BOMBACE G.,1980- Paper on Exsperiments on artificial Reefs in Italy. F.A.O.- GFCM/XV/80/21:1-12.

BOMBACE G.,1982- Il punto sulle barriere artificiali:problemi e prospettive.Naturalista sicil.,S.IV,VI(Suppl.),3:573-591.

BOUCHET P.,1984- Les Triphoridae de Mediterranée et du proche Atlantique (Mollusca:Gastropoda).Lavori della Società Ital.di Malacologia.Atti Simp.Bologna, 24-26 sett.1982,vol.21:5-58.

D'ANNA G.,G.GIACCONE,S.RIGGIO,1985- Lineamenti bionomici dei banchi naturali di mitili di Balestrate (Sicilia occidentale).Oebalia,XI, N.S.,:389-399.

FRETTER V. & GRAHAM A.,1982- The Prosobranch Molluscs of Britain and Denmark: part VII: "Heterogastropoda".Journal Moll.Stud., suppl.11: 363-434.

PERES J.M.& PICARD J.,1964- Noveau manuel de bionomie bentique de la mer Mediterranée.Rec.Trav.Stat.Mar.Endoume,31(47):1-137.

RELINI G.,1982- Le barriere artificiali nel Golfo Marconi (Mar Ligure). Naturalista sicil.,S.IV,VI(Suppl.),3:593-599.

RIGGIO S.,1982- The artificial Reefs off Terrasini (Northwestern Sicily) after one year submergence.Journée Etud.Recifs artif.et Maric.suspend. - Cannes, C.I.E.S.M.:67-70.

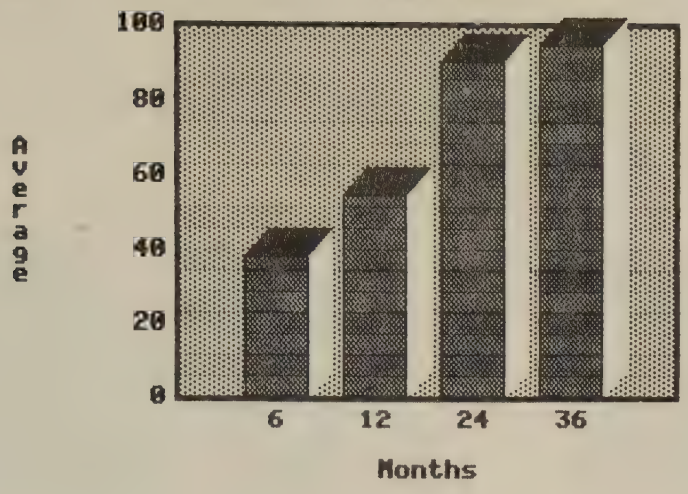
RIGGIO S.e ARDIZZONE G.D.,1979- Prospettive dell'impiego di substrati artificiali per il ripopolamento e la protezione dei fondali costieri della Sicilia nord-occidentale.Atti Conv.Sci.Naz.P.F. Oceanografia e Fondi Marini.Roma 5-7 marzo 1979:157-184.

RIGGIO S.e ARDIZZONE G.D.,1980- Eutrofizzazione e comunità bentoniche su substrati artificiali.Indagine preliminare sulle coste della Sicilia nord-occidentale. Quad.Lab.Tecn.Pesca,3 (1 suppl.):605-618.

RIGGIO S.,GRISTINA M.,GIACCONE G.,BADALAMENTI F.,1985- An eighteen month survey of the artificial Reef off Terrasini (N/W Sicily):the Invertebrates.Oebalia,XI,N.S.:427-437.

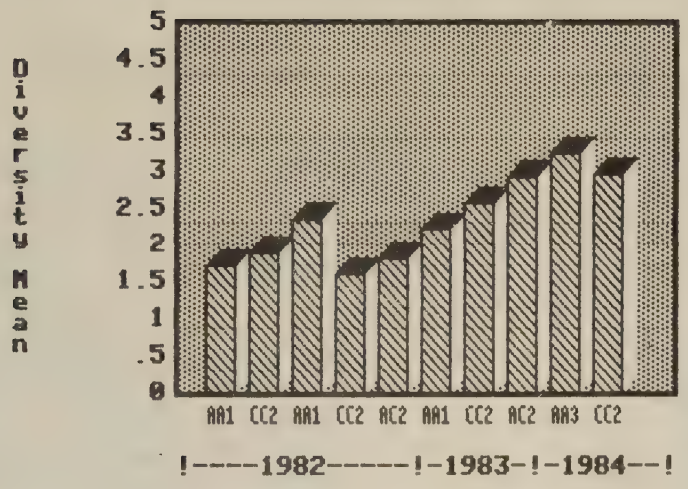
RUSSELL B.C.,1975- The development and dynamics of a small artificial reef community.Helgol.Meers.,27:298-312.

Fig. 1a



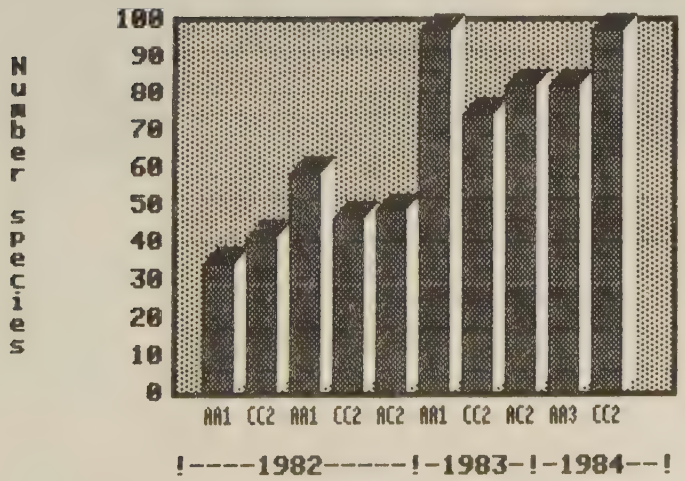
Yearly average numbers of species during the settlement

Fig. 1b



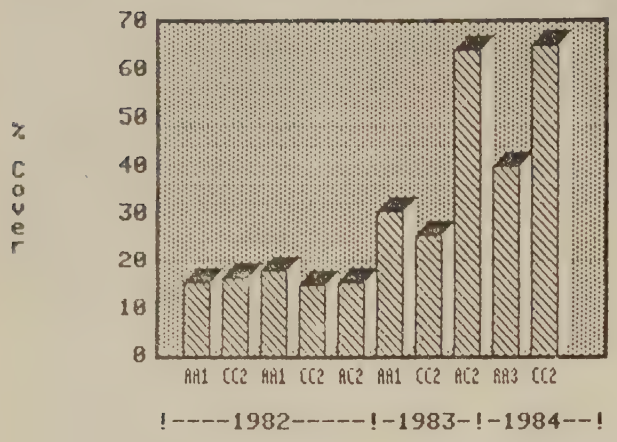
Mean Diversity H Index (according to SHANNON) per boulder during the settlement

Fig. 2



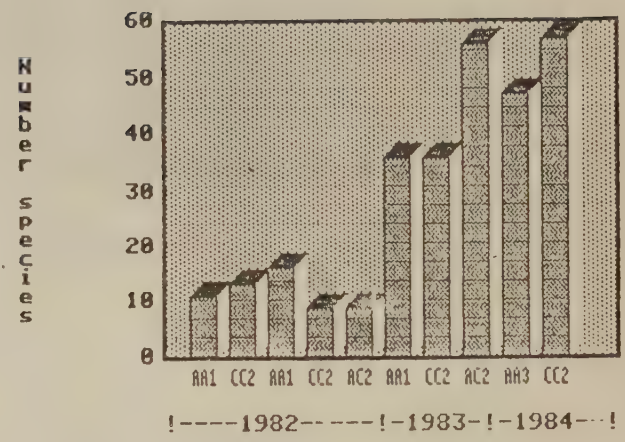
Total number of species per boulder during the phases of settlement

Fig. 3



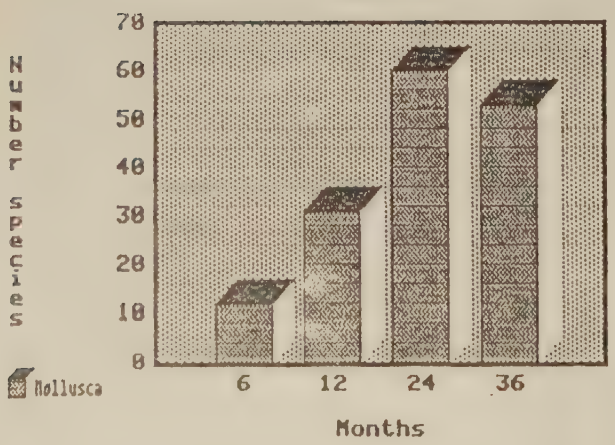
% Cover on the horizontal surfaces of the cubes

Fig. 4



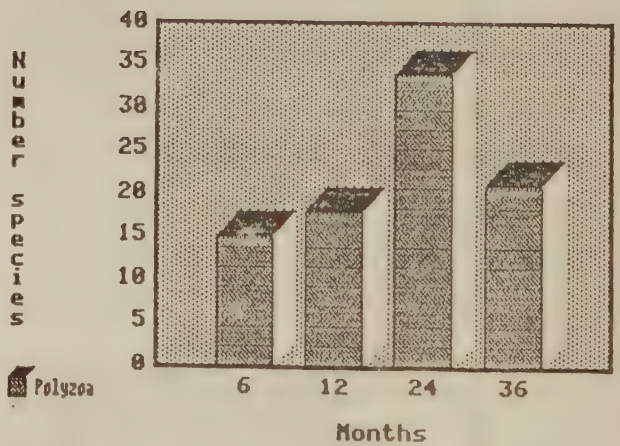
Total number of species on horizontal surfaces

Fig. 5a



Yearly increase of the number of species in the Molluscs

Fig. 5b



Yearly increase of the number of species in the Polyzoa

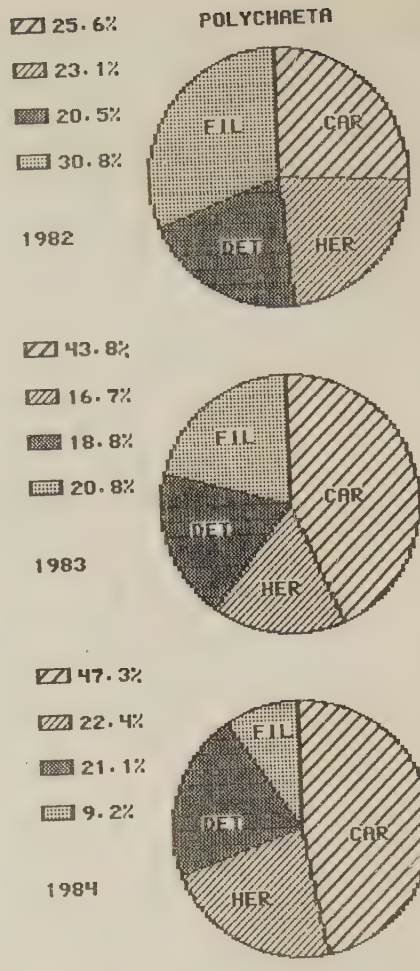


FIG.6

Spectra of the trophic groups in the Polychaeta during the course of settlement

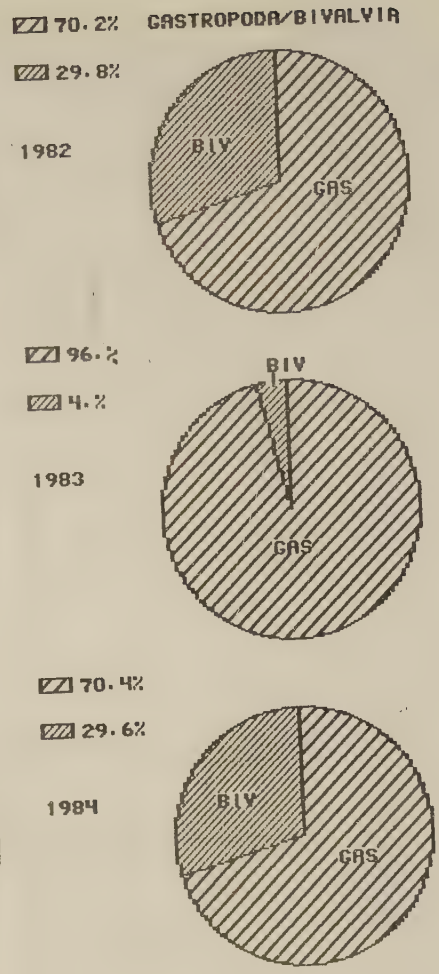


FIG.7

Gastropoda/Bivalvia ratio (number of species)

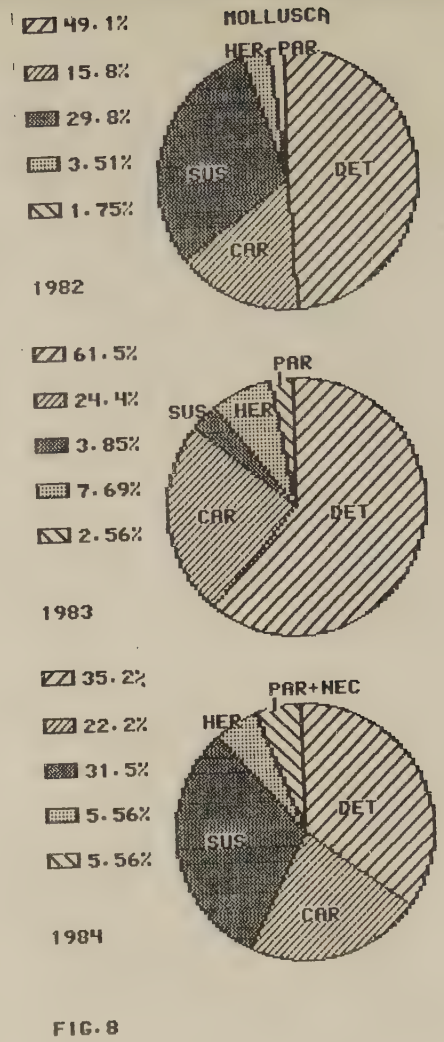


FIG.8

Spectra of the tropic groups in the Molluscs during the course of settlement.

In all figures: AA1, CC2, AC2, AA#: abbreviations of thecube boulders sampled in three years.
In figures 6 and 8:
CAR: Carnivores: DET: Detritivores: HER: Herbivores: FIL" Filter-Feeders: NEC: Necrophages (Scavengers): PAR: Parasites: SUS: Suspensivores.

ANNEX(E) N

A General view of the Hydrobiological Conditions of the Italian Adriatic Coastal Area, with a particular attention to a Transect to the South of Conero Promontory

Hydrology: (A.Artegiani, R.Azzolini, M.Morbidoni)
Phytoplankton: (A.Solazzi, M.Marzocchi, F.Cavolo)
Zooplankton: (G.Andreoli, E.Massera Bottazzi ,U.Giorgi,)

§1. Introduction

In this paper the results an environmental research (Zo.Ri) will be briefly presented and compared with some general knowledges about the hydrology and biology of Adriatic coastal regions. Partial results of the Italo-Yugoslavian Adriatical Data Base, that is being currently elaborated by IRPEM-CNR Ancona and IOR Split researchers, have also been used.
For the chemical situation of the Adriatic coastal area, some results of a research, supported by the Finalized Project "Environment Quality Development", CNR has been used. The whole work have been published in "Quaderni dell'I.R.S.A (Chiaudani et al.,1981)". The research (Zo.Ri), has been carried out in 1980-81 by IRPEM-CNR in collaboration with the Department of Botanics, Padua University and the Institute of Zoology, Parma University. It follows, on a smaller scale, the general lines of the IRSA work, enriching it with a comparative analysis on phytoplankton and zooplankton. An investigation of the annual evolution of hydrobiological parameters was carried out on a transect to the South of Ancona (Conero Promontory, fig.8) individualized by three stations (0.5, 3.0 e 12.0 nm offshore), where the second lies near an artificial reef structure.

§2. Temperature: general behaviour (fig.1).

The seasonal evolution of temperature values is related to the bottom morphology of the Adriatic basin (shallow to the North with an increasing depth towards the South) and to the cyclonic circulation of its waters.
In winter (February) the colder waters (<10°C) are confined to the North and are closer to the coastal zone, without variations with depth. Further South, the influence of the Middle Adriatic pit (268 m) and of the Southern Adriatic pit (1200 m) is felt.
In springtime the surface temperature is almost always higher than 16°C. A colder area persists to the North and it is also possible to see a tongue of cold water to the South of Gargano, probably due to the Southern Adriatic sub-circulation. At the bottom the temperature generally remains below 13 °C.

In summertime (August) the surface temperature is uniformly greater than 20 °C, while, at the bottom, only the coastal zones are affected by these high temperatures, showing the opposite situation to winter.
In Autumn (November) the cooling starts from the Northern Adriatic sea.

The Ancona transect (fig.3).

Within 3 nm the whole water column is characterized by a very large thermal excursion (÷20°C). The surface variations do not show any phase-displacement with the bottom ones. The summer thermocline does not take place.
At 3 nm (h÷14.0 m) the temperature ranges are a little smaller (slightly warmer winter and slightly cooler summer). Some phase-displacements between surface and bottom occur in transitional periods (light thermocline in spring, light thermal inversion in autumn).
At 12 nm (h÷52 m) the thermal excursion is smaller, mainly at the bottom (÷6°C). In winter the water column is completely homogeneus. In summertime the thermocline takes place at about 20 m depth.

§3. Salinity: general behaviour (fig.2).

The salinity distribution is strongly affected by river inflows. In winter the fresher waters (S<35‰) are confined near the coast because a thermoaline frontal system takes place. These diluited waters are present in the whole water column.
Beginning in late spring and throughout summertime, the thermal stratification displaces the fresh water offshore and a smaller depth of the water column is now affected. This phenomenon is enhanced by the smaller summer evaporation, that is, a smaller surface salinity.
The influence of the Northern Adriatic rivers (mainly the Po river) is clearly shown by the salinity distribution maps. The existence in summertime of high salinity water masses at the bottom of the Northern Adriatic sea and of the coastal zones can also be seen.

The Ancona transect (fig.3)

The effect of river inflows is evident in the first two stations of the transect and mainly in the 3 nm offshore station. The mean value of the water column is lower than at the offshore station. The surface layer shows strong variations connected with the periods of maximun river flows (end of autumn, spring). At the coastal station this influence affects the whole water column; at 3 nm, the bottom layer is less sensitive to the rivers effect while the surface is fully affected. In springtime (April) at the 3 nm station, a high salinity value was registered at the bottom layer, in contrast with the very low surface value. This shows that, already from this distance, the dynamic situation of double-layer, which is clearly present further offshore, begins

to exist.
At 12 nm the surface and the bottom layers are completely separated except in winter when the water column reaches a complete homogeneity.

$4. Phosphate-orthophosphate: general behaviour (fig.4).

The concentration of this salt is directly proportional to the trophic potentiality of the relative zones. The higher concentrations (>20µg/l), which represent situations induced by eutrophyzing influence, are found in the Nothern Adriatic, in front of the Po Delta, with a Southward diffusion that is stronger in winter when the maximum river inflows occur and the thermoaline frontal system confines the diluite waters along the coast. To the South of Cesenatico the orthophosphate concentration becomes lower, however its values are still quite high (5÷10 µg/l) up to Ancona and beyond. Further South the waters are no longer affected by contaminating phenomena, with the exception of the sea areas close to the bigger cities (Pescara and Bari).

The Ancona transect (fig.4)

The orthophosphate evolution on the Ancona transect is in accordance with the general behaviour as registered in 1978. The maximum concentration (>20µg/l) occurred in December, at the two coastal stations, more evident at the surface than at the bottom. Offshore (12 nm), the orthophosphate concentration is scarce (÷2µg/l) during all the year both at surface and bottom. October is an exception with a relatively high value (10µg/l) at the bottom.

$5. Total Inorganic Nitrogen: general behaviour (fig.5).

The total inorganic Nitrogen concentration is determined by the relationship between river inflows and phytoplankton consumption. Nitrites give a very slight contribution because of their fast oxidization. Maximum total nitrogen surface concentration (>1000µg/l) was found during winter around the Po Delta up to Cesenatico and to a lesser degree along the coastal area up to Pescara (300÷600 µg/l, mainly nitrates) in connection with greater river inflows.
In spring and in autumn the surface concentration is smaller because of the consumption by phytoplankton; the greatest concentrations are confined to the Po Delta.
In summer the whole coastal area shows low concentrations (<75µg/l), with the exception of the zones around the Po Delta and near the big cities.

The Ancona Transect (fig.5)

The annual evolution of total nitrogen concentration at the Ancona transect follows the same pattern as mentioned above. In winter, a maximum concentration, greater than 300 µg/l, was

registered at the coastal stations, higher at surface, close to the diluited water inflows.
Offshore, the maximun value was registered in October at the bottom,in relation to a lack in oxigen due to the summer thermocline. Here, however, the concentrations are considerably smaller and less directly dependent on the continental influence.

§6. Chlorophyll a: general behaviour (fig.6).

The highest Chlorophyll a values (>10 mg/m3) were registered during summertime and autumn from a little North of the Po Delta up to Cesenatico. High concentrations were also found in autumn up to Ancona, in a wide area towards the open sea.
On the whole Adriatic coastal area the lowest concentrations were found in winter. In summertime strong Southern gradients occured and the coastal area to the South of Cesenatico showed low concentrations.

The Ancona Transect (fig.6)

From the annual chlorophyll-a pattern one can see a spring blooming at the end of February, with ÷17 mg/m3 in the coastal station along the whole water column and with an even higher surface value at the 3 nm station.
Offshore a maximum is found in December ,almost uniformly distributed along the whole water column (the slight increase near the bottom is probably due to pheopigments). It is also interesting to note that the maximum chlorophyll concentration was found in the sample which followed the one in which nutrients were maximum, both for the coastal and offshore stations.

§7. Phytoplankton: General behaviour

Refferring to phytoplankton, the Western coastal Adriatic zone between Venice and Ancona, can be subdivided in two parts; the Northern region, between Venice and Ravenna, and the Southern one, between Ravenna and Ancona. During years 1977, 1978, some studies were carried out inside these regions (Fig.8). To the first, they showed that the number of phitoplankers (as number of cells per liter) decreases from 1,500,000 cell/l off Venice, to 50,000 cell/l off Ravenna, untill 15,000 off Ancona, in the closer coastal areas. This quantitative diminution of phytoplankton occours also in the offshore zones. In fact, even 20 miles far from the coast, the quantity of phytoplankers is much higher in the Northern Stations than in the Southern (1,000,000 cell/l in station A5; 50,000 in station A2; Marzocchi et al.,1979; Montresor et al.,1980).
The stations R, near the coast in front of Ravenna, and R', more offshore, constitute a transect of differentation, also qualitative. In the Northern Stations a greater number of Diatoms can be found; in stations A5 and A4 (off Venice and near the Po delta respectively), it shows a bloom of Skeletonema costatum that, in April, overcomes the 90% of the individuals. On the other hand, the Dinoflagellates, even if everywhere present, are

more abundant in the Southern Stations: in the Station R (off Ravenna) they overcame the 58% of total at the bottom. In the offshore Stations approximately the same situations takes place, with a greater abundance of Diatioms in the North and Dinoflagellates in the South throughout the Spring.
The most abundant types of Dinoflagellates are Gymnodinium and Prorocentrum while, inside the Diatoms, in the Northern side the most abundant species are Cerataulina bergoni, Skeletonema costatum and Thalassiosira fallax.
In August the pattern is quite different: the Diatoms prevail everywhere over the other classes, but quantitavely the two zones are the same distinguished. In the Stations A4 and A5 the quantity of phytoplankton is much higher, particularly in the surface where the less salty water is confined. This abundance is clearly connected to the great number of rivers, first of all the Po river, whose waters intrude in that region. In the other Stations the bathymetric distribution is different. The diversification between the Northern and the Southern zone occurs gradually, but the boundary line between the two zones is at Ravenna (Stations R and R').

The Ancona transect (fig.8).

The phytoplanktonic pattern resulting from the Zo.Ri survey will be now discussed.
In August, a minimum of phytoplanktonic biomass has been found; in the more coastal Station (D1) it reaches 98,000 cell/l at 5 meters in depth. Diatoms represent here the 50-55% of total amount, mainly composed by Nitzschia seriata Cl., N. longissima Breb. for. parva Ralfs. and Rhizosolenia alata for. gracillima. Among these, Rhizosolenia alata for. gracillima reaches the 73% of total cells/l number. The most frequent Dinoflagellates are Prorocentrum micans Ehr. Exuviaella marina Cienc. and E. compressa Ostf.
In the offshore D6 Station, the composition of the phytoplanktonic population is discriminated by the thermocline. Below it the Dynoflagellates and the Phytoflagellates disappear and the population consists almost exclusively in Diatoms; the species, different from those of the above layer, are mainly Chaetoceros decipiens Cl., Rhizosolenia calvar-avis M. Schultz, Cerataulina bergoni Perag., Guinardia flacida (Castr.) Perag.. The number off cells/l reaches 320,000 at 30 meters in depth.
In October the population grows, even if the deepest layers, still not mixed, makes one consider the situation still summer-like. Everywhere the slightly dominant species are Thalassiotrix mediterranea Pav., Nitzschia seriata, Chaetoceros affinis Laud., Ch. curvisetus Cl. In the coastal station (D1) at 8 meters in depth, diatoms reach 200,000 cell/l on a total of 230,000 cell/l. In the offshore station (D6) the number of cells/l barely reaches 46,000 units in the deepest level (51 m), of which only 1,000 are Phytoflagellates and 500 Dinoflagellates. The diversity index reaches here the greatest Zo.Ri value (H=3.75).
December is the month that shows the poorest phytoplanktonic population, in a typical winter structure with a dominance of

diatoms. This rarefaction in population is not only connected to the low nutrients concentrations and low temperature but mainly to the reduction of lighting due to the shorter days, cloudier sky and higher water turbidity from waves mixing (Ercegovic,1939; Kveder et al.,1971). In the two coastal Stations (D1, D3) the most important species are Diploneis crabro Ehr., Navicula cryptocephala Ktg., Pleurosigma sp., which are tycopelagic diatoms that have become planktonic probably due to the high turbolence (Revelante and Gilmartin,1976), and pelagic diatoms like Skeletonema costatum and phytoflagellate. The number of cells that constitute this population reaches only 18,000 units. In the offshore Station (D6) the diversity index is low because of a bloom of Emiliana huxley whose number of cells/l represents the 60-70% of total.
In February a bloom of Skeletonema costatum has been found. In D3 Station it overcame 4,000,000 cell/l with a diversity index extremely low (H=0.29). This euryaline species often provokes blooms in coastal zones (Kveder et al.,1971; Lenzi Grillini and Lazzara,1980; Revelante and Gilmartin,1976; Montresor et al.,1980). Skeletonema costatum is dominant among the diatoms also in the offshore Station (D6) but Emiliana huxley is much more numerous on the whole.
In April the situation is again different: the diatoms are replaced for the greates part by Coccolitines and Dinoflagellates that characterize the phytoplanktonic populations in the coastal stations, mainly Prorocentrum micans, Gymnodinium sp. pl., Exuviaella baltica Lohm. and non-thecate forms. The minimum value is 900,000 cell/l at the surface of one of the coastal Stations.
In June the phytoflagellate forms involve the whole water mass and represent more than the 50% of the phytoplanktonic population.

#8 Zooplankton: the Ancona transect

In the following, an effort was attempted to extract from the huge mass of the Zo.Ri measurement of biotic and abiotic environmental parameters and from the huge mass of considerations stemming out of them, the main achievements reached by analysis, limiting it to the identification of different ecological links which characterize the different stations along the Zo.Ri transect.
Namely an attempt was first made to identify characteristic relationships for the two coastal stations, then, for station D3 on the artificial reefs area compared with the strictly coastal one, and at last, for the offshore station D6.
In the process of designing such characteristics, if the assumptions about the different dynamic relationships (dependences and correlations) are correct, each one of the different variables called on the scene in a single moment of its seasonal fluctuations, and every month of sampling, could arbitraryly be chosen as the starting point, insofar as a circularity of environmental interactions has been identified. Evidence for dynamic relations is obviously stronger in the

Adriatic sea, a high energy environment.
Dealing now with the characteristics of coastal station D1 (Table 1) a key-factor was identified for a set of dynamic relations in the pelagic ecosystem: the peack of nutrients in December.
Its causes can be found in the biggest input from the coast, in the mixing of the water column more easily perceived in shallow waters, and in the extraordinary abundance of zooplankton in the preceeding fall (October).
This last extraordinary event, in turn, could find its origin on top of a normal reproductive response to higher summer temperatures, in the contemporary relative abundance of phytoplankton.
So far, for the likely causes of the peak of nutriens identified as the key-factor in December for the coastal stations. Coming now to its consequences, the attention may be focalized on the extraordinary abundace of phytoplankton and chlorophyll a next February, togheter with the early absolute maximum of dissolved oxygen.
In relation to this extraordinary abundance of phytoplankton in February it must be particularly mentioned an abundance of diatoms, sustaining a zooplankton community, in the next month of April, not very rich in Copepods but rather in Cladocerans.
Always in this late-winter period the zooplankton community is particularly rich in organic matter and, later on in April, in number of individuals per cubic meter.
In summertime a good abundance of zooplankton, significantly made up not only by Cladocerans but also by Copepods will probably not be produced by an extraordinary amount of phytoplankton and chlorophyll a, but by the high temperatures of the water column.
In D3 the considered variables are fundamentally interwoven by the same global dynamics, with a few differences worth underlining.
Copepods prevail here in a particularly evident way and reach an absolute maximum as total number of individuals per cubic meter in the zooplanktonic community; this is not only true for Copepods but also for the larvae of Bivalvs, the only group which some peculiarity of D3 Station is evident for, both in quantity and in different time of their absolute maximum. In comparison with the D1 Station, the origin of this abundance, more than in abiotic factors, can be probably found in synecological factors. Among these, a major role is probably played by the more outstanding values of the maximum of phytoplankton cells and chlorophyll a found here in the preceding February; such maxima are perhaps favourable factors to filterfeeding Bivalvs larvae.
An attempt was lastly made to characterize the offshore Station (table 3). Its major feature can be found in the narrower ranges of fluctuations both for biotic and abiotic parameters. Organic matter is an exception and and explanation of its wider fluctuation range seemed likely to be found in higher diversity as annual average number of groups of zooplankton at this station that represents a higher probability of hosting groups contributing to the organic matter with a higher "statistical" weight; in few words it is possible to say that, in the times-span of one year, the average quantity of organic matter is

in inverse relationship with its range and also with the average number of groups in the zooplankton community (table 4).
In D6 Station the absolute maxima of nutrients and also some basic parameters of the phytoplankton community show values ten times smaller than in the coastal Stations. Such differences match with not so pronounced but just as evident differences of zooplankton communities: lower populations abundance and lower quantity of organic matter in the environment. The lackness of the "starting point", which was put in evidence in the coastal stations, can be here explained with the lower influence of the inputs from the coast, the lower influence of the wave-mixing in the deeper offshore water, and the lower abundance of phytofagous zooplankton groups, hence the lower release of nutrients from their decay and catabolism. The interrelation: little phytofagous zooplankton with a recicling role, scarce nutrients release, limited abundance of phytoplankton cells, can also been figured out as a cycle of ecological relationships, a trophic loop which could indefinitely go on, being associated with a particular station just as the other circular relatioship associated with the two coastal stations globally considered

$9 Conclusions

There are no incoherences between the situations observed in 1978 (IRSA) and 1980-81 (Zo-Ri).From Fig.7 one can possibly divide the Italian coastal area in four sub-areas.
The first (I, 10-16) has the highest eutrophic potentiality and the highest chlorophyll concentrations. It can be defined a hypertrophic area, especially at the coastal areas.
The second (II,1-10 and 16-20) has an eutrophic coastal area (hypertrophic at times) which becomes mesotrophic away from the coast until offshore where it becomes almost oligotrophic.
The third (III, 20-24), has a mesotrophic coastal area which suddenly becomes oligotrophic towards the open sea.
The fourth (IV, 24-33) is strictly oligotrophic (except sometimes nearby the cities) and scarcely affected by continental pollution.
The Zo.Ri survey (transect 19) showed the exact horizontal trophic gradient (inshore-offshore) typical of its zone (II) and pointed out the delicate outflow diffusion mechanism. The knowledge of this mechanism is essential for a rational coastal area manegment.
For what concerns the phytoplankton, the difference between the coastal and the offshore zones can be found in the Zo.Ri area as well as more northward. This is true for all the seasons of the year and both for quantity and quality of phytoplankton.
As regards the Zooplanckton, the same distinction between the coastal and the offshore regions has been showed in the Ancona transect. In comparison with the inshore Stations, the offshore Station has a lower average value of organic matter, a wider yearly range of fluctuations of it and a higher early average number of groups in the zooplanktonic community.

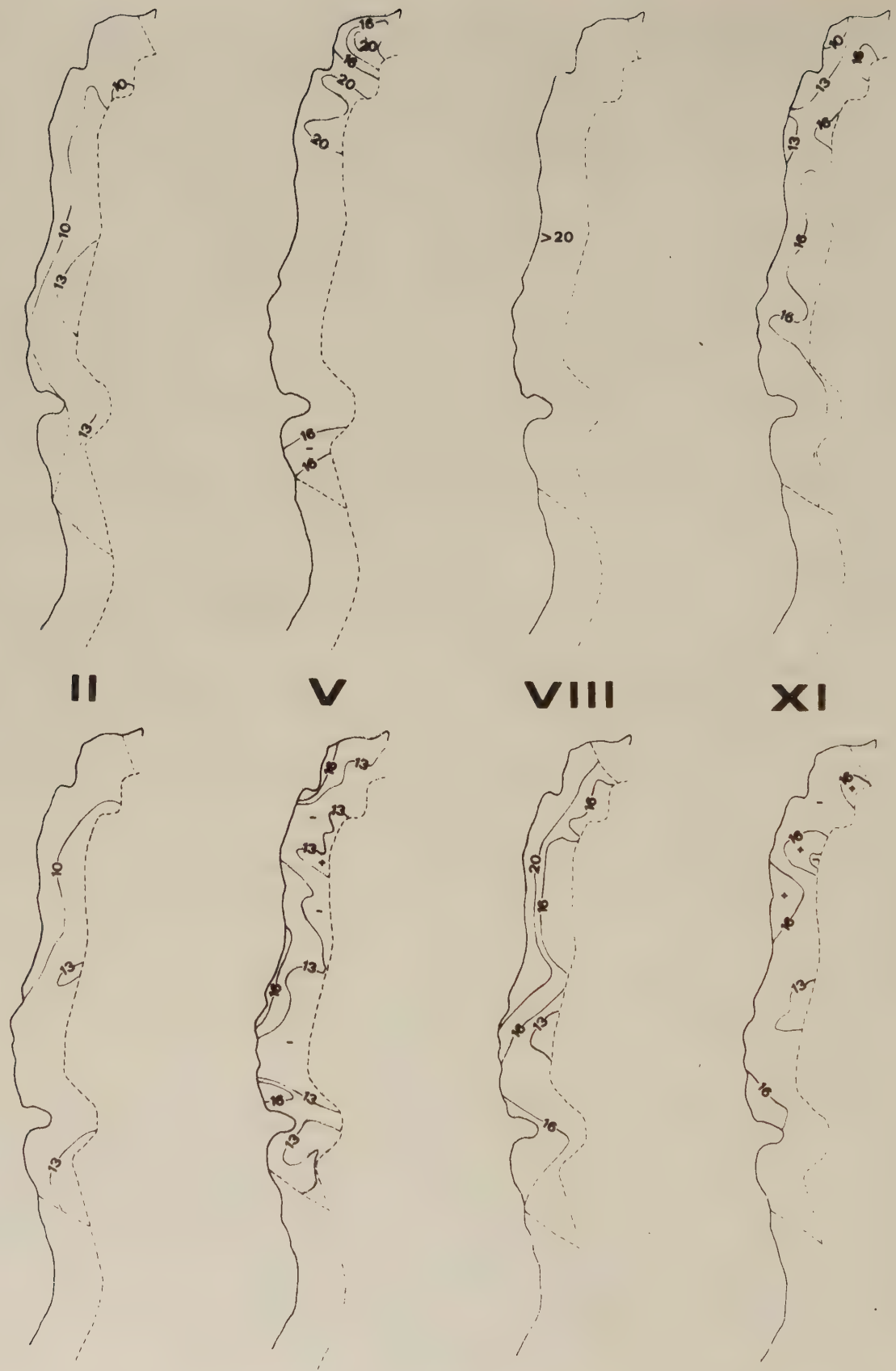


Fig. 1. Temperature situation for surface (upper side) and bottom (lower side) of the Adriatic coastal area. Roman numbers represent the months.

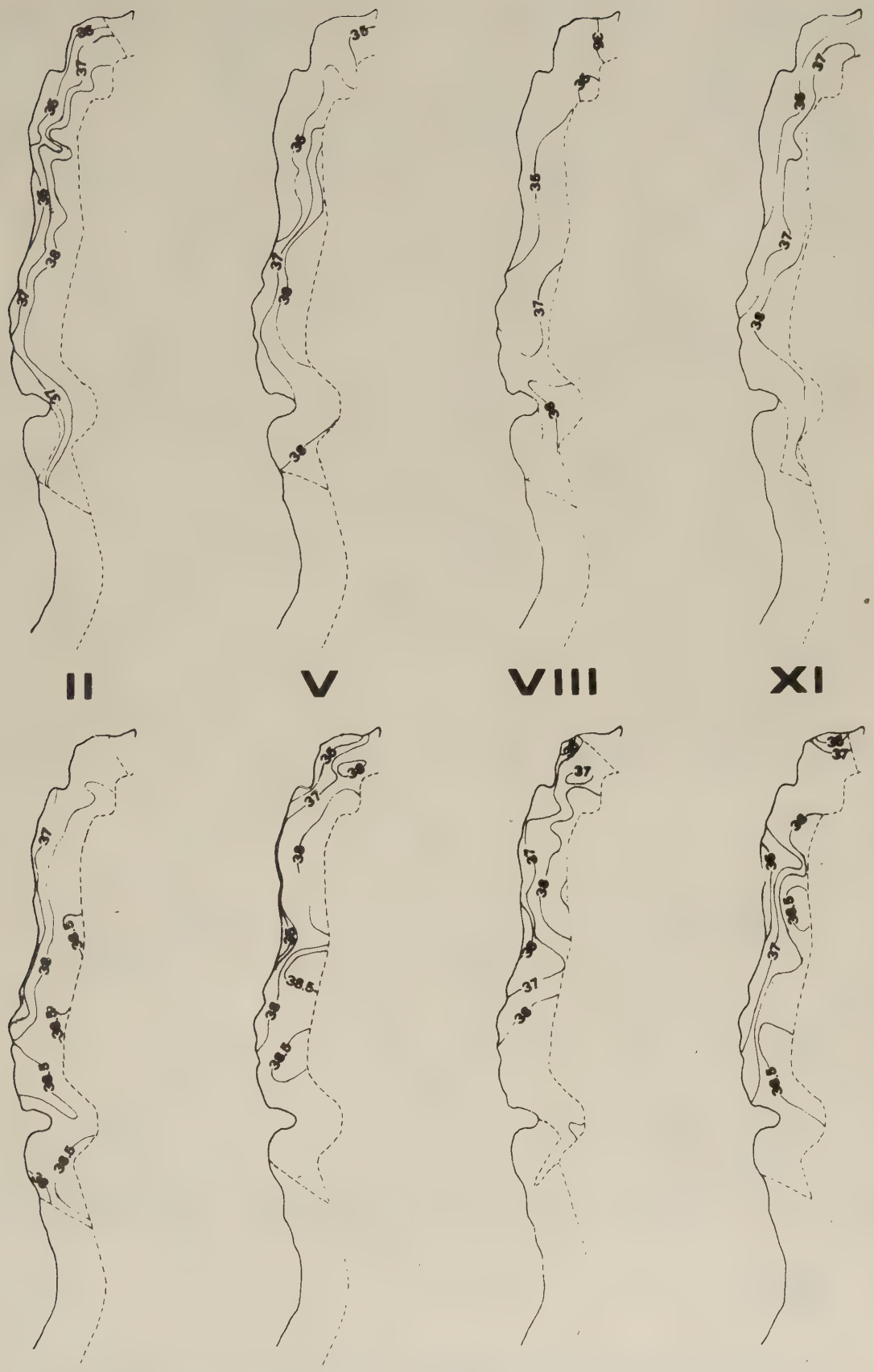


Fig. 2. Salinity situation for surface (upper side) and bottom (lower side) of the Adriatic coastal area. Roman numbers represent the months.

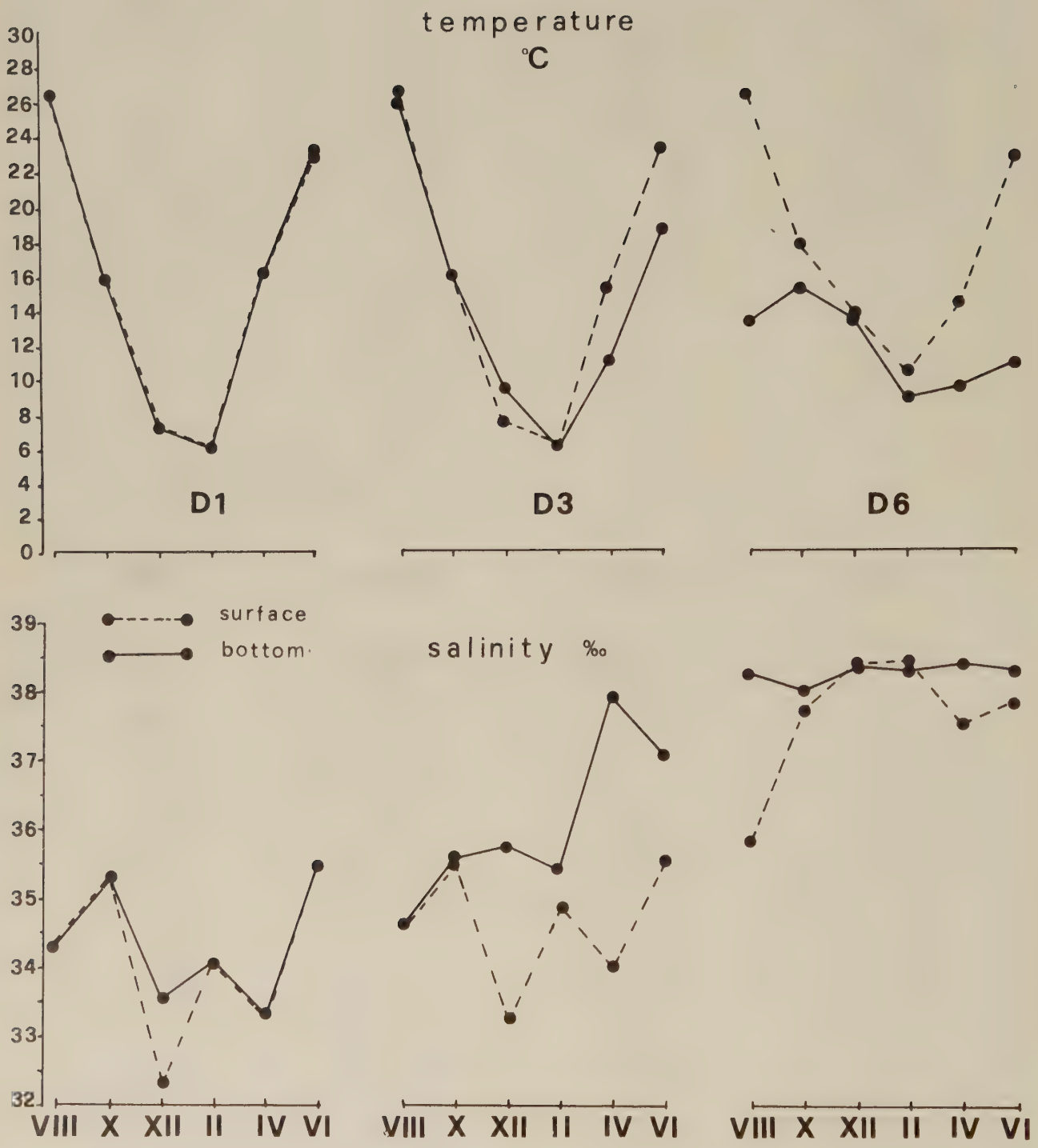


Fig. 3. Temperature (upper) and Salinity (lower) behaviour in the D1, D3 and D6 stations (from left to right) in the Zo.Ri. transect.

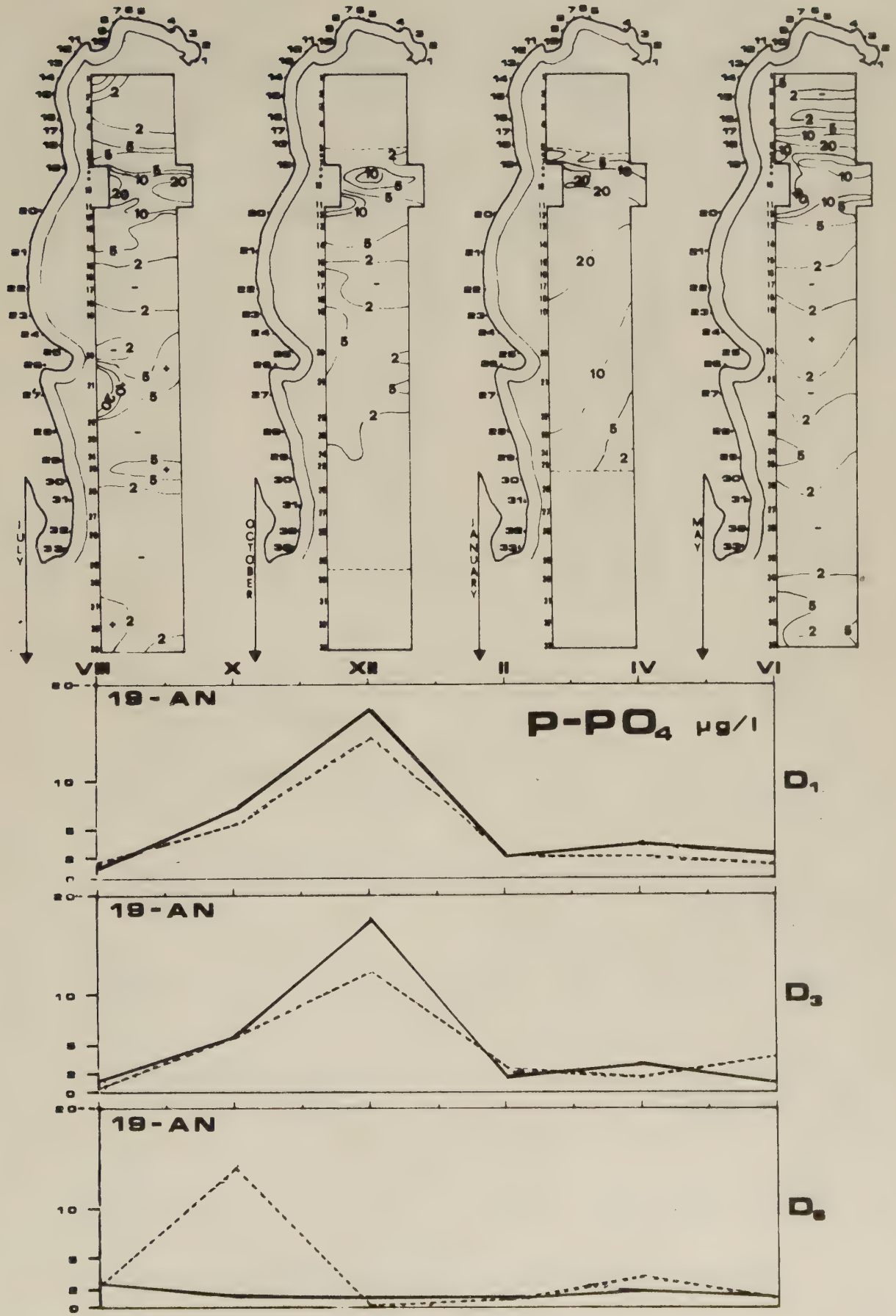


Fig. 4. P-PO4 distribution for the Adriatic coastal area (10 miles, upper side) and Zo.Ri. transect (lower side).

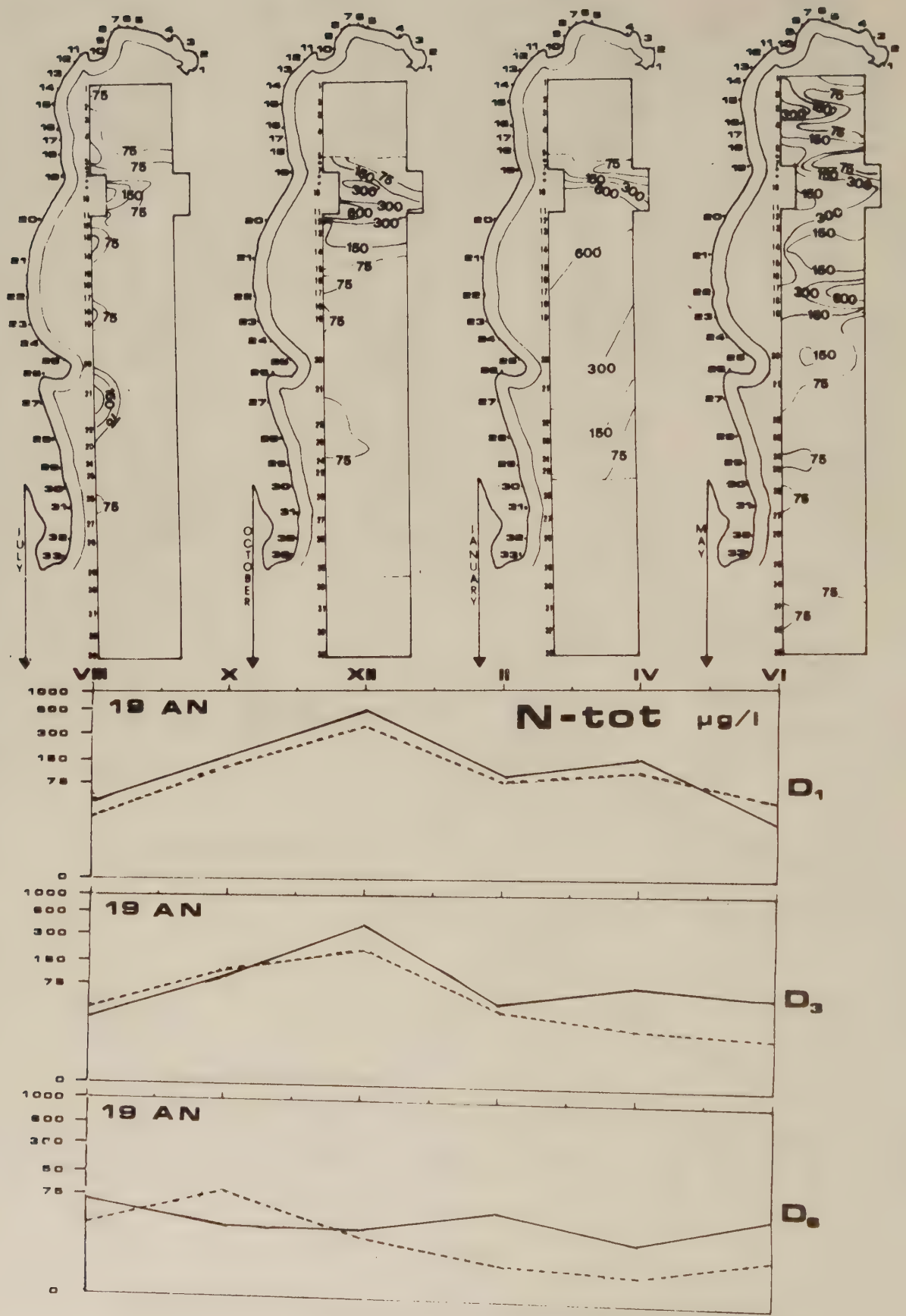


Fig. 5. N-tot distribution for the Adriatic coastal area (10 miles, upper side) and Zo.Ri. transect (lower side).

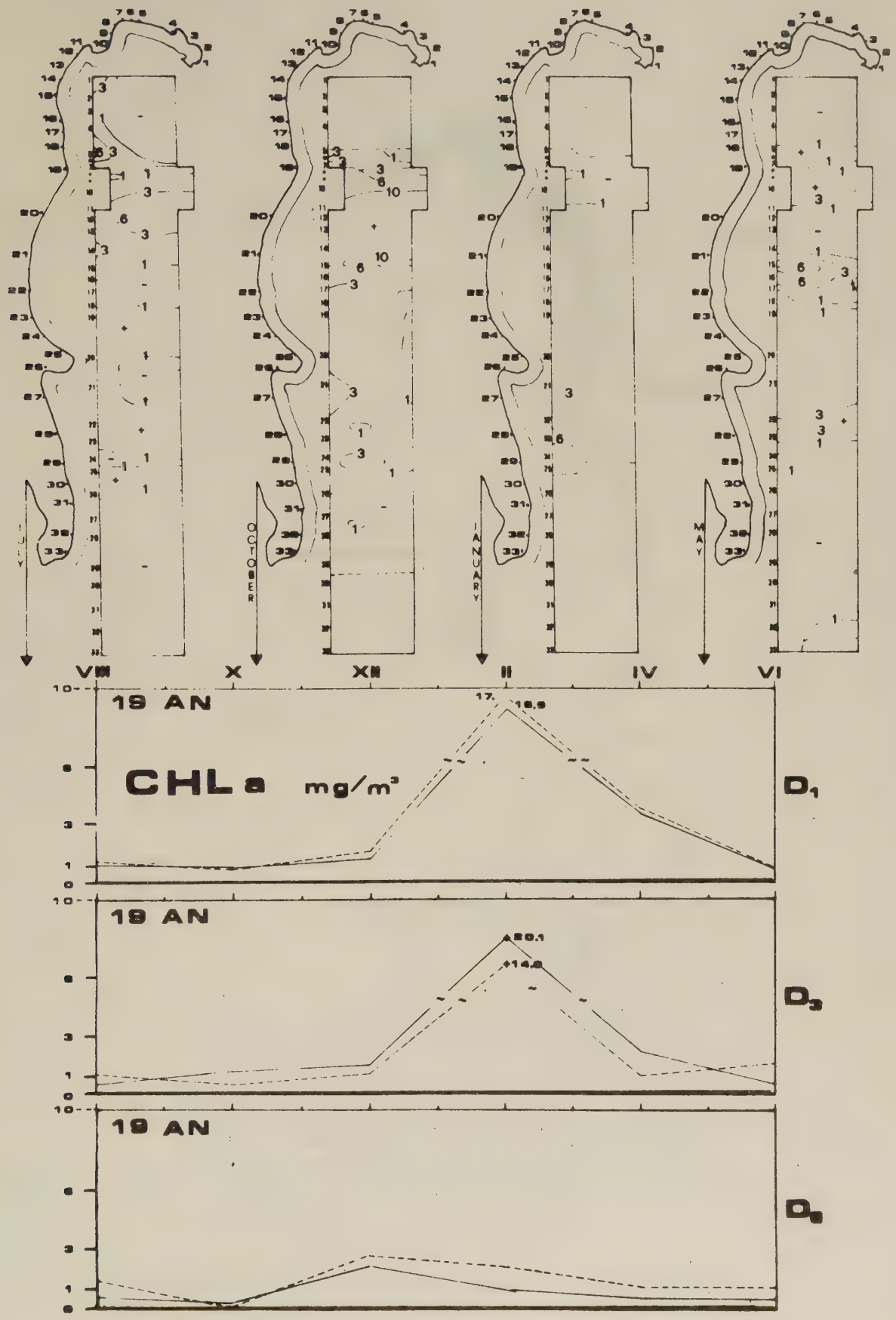


Fig. 6. Chlorophill a distribution for the Adriatic coastal area (10 miles, upper side) and Zo.Ri. transect (lower side).

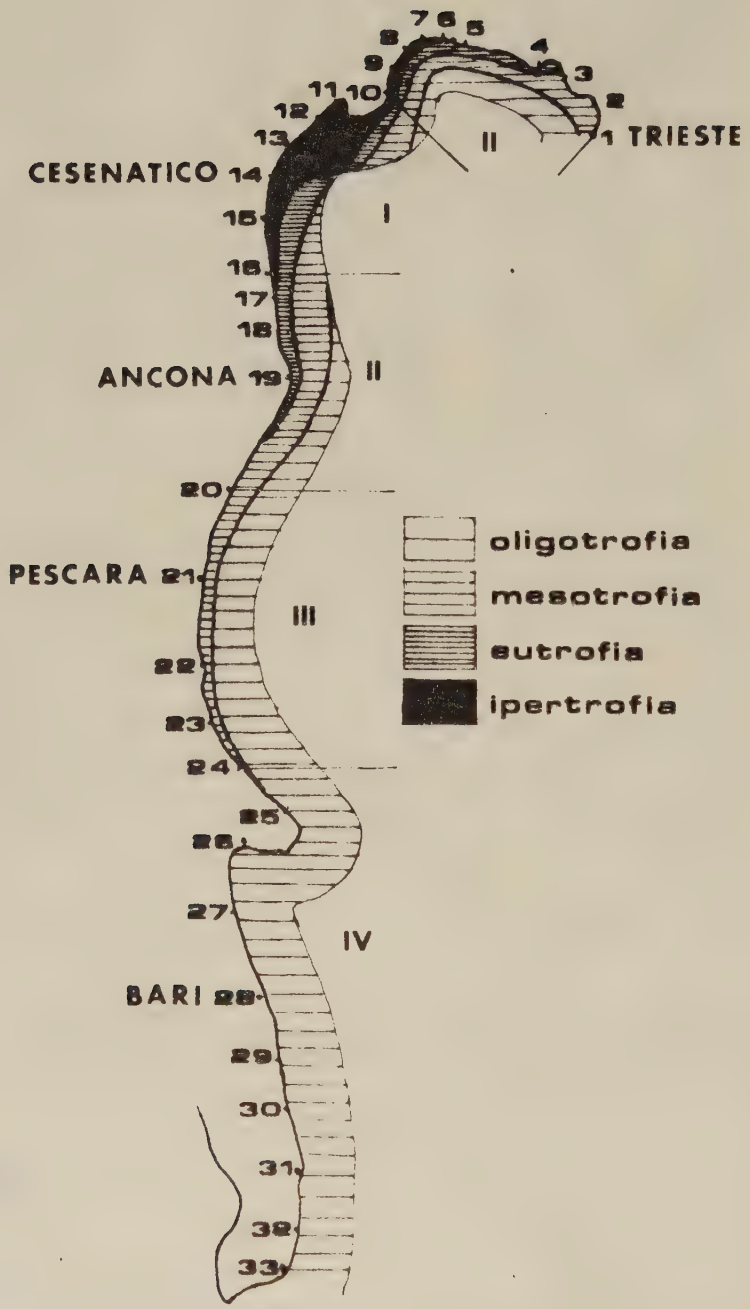


Fig. 7. Trophic-rate for the Adriatic coastal area (10 miles)

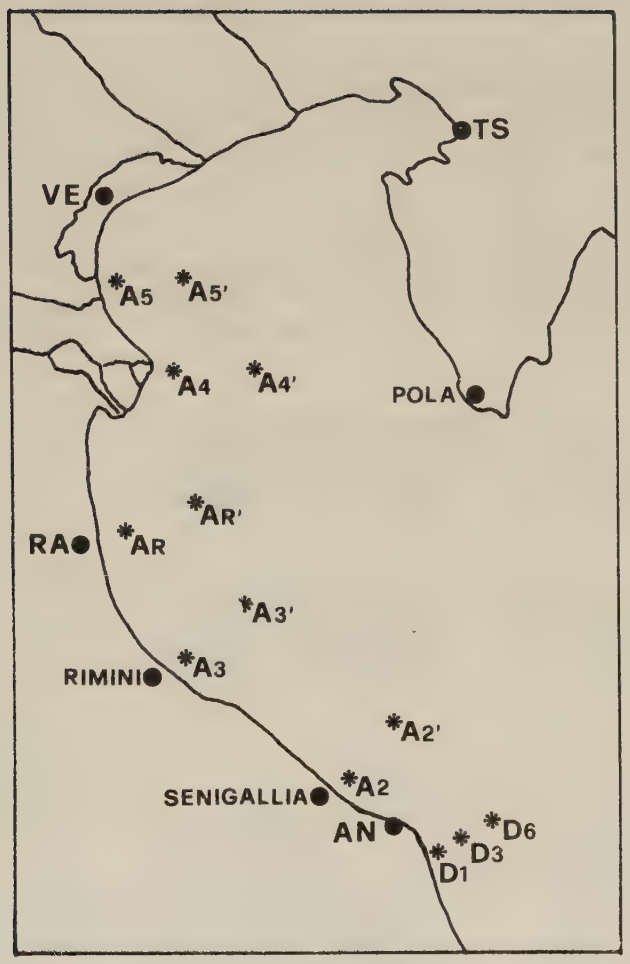


Fig. 8. Northern Adriatic map with stations.
D1, D3, D6 are the Zo.Ri. stations.

	AUG.	OCT.	DEC.	FEB.	APR.	JUN.
TEMPERATURE (°C)	26.48	15.80	7.17	6.01	16.23	22.82
OXYGEN (%)	103	104	105	129	119	114
TOTAL INORG. NITROGEN (µG/L)	37.60	143.10	568.80	87.80	142.10	16.07
REACTIVE PHOSPHOROUS (µG/L)	0.85	7.25	17.35	2.15	3.50	2.55
REACTIVE SILICATE (µG/L)	28.50	70.00	615.00	7.50	47.00	9.00
PHYTOPLANKTON (CELL/Lx10)	81	125	12	717	644	228
CHLOROPHYLL a (µG/L)	1.02	0.71	1.03	17.52	3.74	0.57
ORGANIC MATTER (%)	36	22	29	38	29	32
ZOOPL.GROUPS (N)	17	13	10	19	10	13
TOT. ZOOPL. (IND./M3)	20121	25169	3144	4257	27659	9266
COPEPODS (IND./M3)	5884	13821	2877	3779	1761	3122
CLADOCERANS (IND./M3)	10624	1519	24	17	18990	4239
BIVALVES LARVAE (IND./M3)	775	401	111	9	795	265
DINOFLAGELLATES (CELL/Lx10)	21.38	15.55	0.71	28.62	409.44	55.08
COCCOLITOTHOPHORIDS (CELL/Lx10)	0.36	3.35	0.88	5.65	190.91	16.54
DIATOMS (CELL/Lx10)	36.40	101.41	7.95	662.54	23.27	2.47
PHYTOFLAGELLATES (CELL/Lx10	18.02	3.71	1.42	16.61	17.09	152.39

TABLE 1. BIOTIC AND ABIOTIC PARAMETERS TAKEN INTO CONSIDERATION TO ANALYZE DYNAMIC LINKS. STATION D1

	AUG.	OCT.	DEC.	FEB.	APR.	JUN.
TEMPERATURE (°C)	26.35	16.11	7.53	6.03	15.39	23.20
OXYGEN (%)	105	102	102	125	116	113
TOTAL INORG. NITROGEN (µG/L)	33.70	87.80	449.20	44.50	83.18	66.03
REACTIVE PHOSPHOROUS (µG/L)	0.75	4.70	17.55	1.25	2.30	1.20
REACTIVE SILICATE (µG/L)	-	51.00	507.00	11.50	45.90	4.60
PHYTOPLANKTON (CELL/Lx10)	32	131	10	2408	585	137
CHLOROPHYLL a (µG/L)	0.47	1.21	1.25	22.06	1.89	0.62
ORGANIC MATTER (%)	26	16	38	34	35	31
ZOOPL.GROUPS (N)	16	12	11	12	11	16
TOT. ZOOPL. (IND./M3)	13345	43229	3390	5607	22153	8114
COPEPODS (IND./M3)	2262	25015	2937	4798	6066	3791
CLADOCERANS (IND./M3)	3236	1336	3	10	12991	3033
BIVALVES LARVAE (IND./M3)	342	2393	135	0	433	193
DINOFLAGELLATES (CELL/Lx10)	10.16	11.48	1.41	23.33	214.49	42.07
COCCOLITOTHOPHORIDS (CELL/Lx1	0.00	5.13	0.89	4.60	279.37	9.85
DIATOMS (CELL/Lx10)	13.83	103.53	5.48	2367.10	13.07	1.41
PHYTOFLAGELLATES (CELL/Lx10	5.76	7.07	0.88	9.54	77.57	81.08

TABLE 2. BIOTIC AND ABIOTIC PARAMETERS TAKEN INTO CONSIDERATION TO ANALYZE DYNAMIC LYNKS. STATION D3

	AUG.	OCT.	DEC.	FEB.	APR.	JUN.
TEMPERATURE (°C)	21.93	17.39	13.53	9.76	12.77	18.65
OXYGEN (%)	104	105	104	109	105	109
TOTAL INORG. NITROGEN (µG/L)	48.33	25.27	29.50	40.77	20.13	39.50
REACTIVE PHOSPHOROUS (µG/L)	1.77	1.64	0.73	1.10	1.57	0.90
REACTIVE SILICATE (µG/L)	5.00	-	79.33	34.67	1.47	32.20
PHYTOPLANKTON (CELL/Lx10)	220	34	46	86	54	95
CHLOROPHYLL a (µG/L)	0.61	0.21	1.89	1.23	0.41	0.59
ORGANIC MATTER (%)	28	28	20	18	28	41
ZOOPL.GROUPS (N)	16	22	22	15	12	18
TOT. ZOOPL. (IND./M3)	15349	3788	1761	4365	3837	8250
COPEPODS (IND./M3)	2495	1677	1388	3392	2909	5490
CLADOCERANS (IND./M3)	4777	428	3	102	280	353
BIVALVES LARVAE (IND./M3)	137	18	8	165	201	664
DINOFLAGELLATES (CELL/Lx10)	5.77	1.65	0.59	0.83	2.24	17.49
COCCOLITOTHOPHORIDS (CELL/Lx10	37.57	3.18	31.34	28.50	26.03	11.27
DIATOMS (CELL/Lx10)	141.11	22.97	10.60	48.85	0.24	2.94
PHYTOFLAGELLATES (CELL/Lx10	33.92	4.83	2.24	6.01	23.79	60.34

TABLE 3. BIOTIC AND ABIOTIC PARAMETERS TAKEN INTO CONSIDERATION TO ANALYZE DYNAMIC LINKS. STATION D6

STATION	DEPTH	AUG.	OCT.	DEC.	FEB.	APR.	JUN.	AVERAGE	RANGE	AVER. NUMB. GROUPS
D1	SURF.	34.4	20.8	26.2	36.5	32.6	33.5	31		
	5 M.	37.6	23.5	32.5	39.1	25.8	29.7	31		
								31	18	13.66
D3	SURF.	29.2	9.6	37.9	29.8	37.0	36.5	30		
	5 M.	22.0	22.3	38.7	37.5	32.7	24.6	30		
								30	29	13.00
D6	SURF.	34.9	22.2	26.5	18.7	20.1	53.6	29		
	5 M.	27.4	21.6	4.2	16.8	37.9	34.8	24		
	30 M.	20.5	39.2	30.1	19.1	27.1	34.5	29		
								27	49	17.50

TABLE 4. ORGANIC MATTER AS PERCENT OF DRY WEIGHT AT EACH STATION AND MONTH; YEARLY AVERAGE VALUES AND RANGES OF ORGANIC MATTER AND YEARLY AVERAGE NUMBER OF GROUPS AT EACH STATION.

BIBLIOGRAFIA

ARTEGIANI A. e AZZOLINI R.,1980 - Rapporto sulle campagne idrologiche effettuate nelle acque costiere marchigiane negli anni 1977-1978 - Quad.Lab.Tecnol.Pesca, 2(5):307-392

ARTEGIANI A. e AZZOLINI R.,1981 - Influence of the Po floods on the Western Adriatic coastal water up to Ancona and beyond - Rapp.Comm.Int.Mer.Medit., 27:115-119

ARTEGIANI A.,AZZOLINI R.,MORETTI M.,VULTAGGIO M.,1981 - A first survey on the Ancona coastal area currents - Annali Facolta' Scienze Nautiche, 49-50:151-160

ARTEGIANI A.,AZZOLINI R.,MORETTI M.,PASCHINI E.,VULTAGGIO M.,1982 - Evoluzione delle correnti residue nell'area anconetana, ottobre 1980, aprile-maggio 1981 - Atti Convegno Unita' Operative Sottoprogetto Risorse Biologiche ed Inquinamento Marino, Roma 10-11 Novembre 1981:33-45

ARTEGIANI A.,AZZOLINI R.,PASCHINI E.,1983 - Prime considerazioni su 5 mesi di dati correntometrici registrati in una stazione a 7 miglia a nord di Ancona (Agosto-Dicembre 1981) - Atti 5° Congresso AIOL, Stresa 1982:155-163

ARTEGIANI A.,SOLAZZI A.,TOLOMIO C.,MARZOCCHI M.,FAVERO P.,CAVOLO F., 1979 - Parametri fisico-chimici e fitoplancton in una stazione a sud del monte Conero (zona di ripopolamento) - Atti Convegno Scientifico Nazionale Progetto Finalizzato Oceanografia e Fondi Marini, Roma 5-7 Marzo 1979:107-122

AUBERT M. et AUBERT J.,1983 - Pollutions marines et aménagement des rivages - Rev.Intern.Ocean.Med.(suppl):309p

BELLAN-SANTINI D.,1969 - Contribution à l'étude des peuplements infralittoraux sur substrat rocheux (Etude qualitative et quantitative) - Rec.Trav.Sta.Mar.Endoume, 63(47):1-249

BLANC F.,LEVEAU M.,BONIN M.C.,1976 - Situation Idrobiologique du Golfe de Fos en 1969 - Rev.Intern.Oceanogr.Med., 41-42:41-75

BOMBACE G.,1977 - Aspetti teorici e sperimentali concernenti le Barriere Artificiali - Atti 9° Congresso SIBM, Lacco Ameno, Ischia, 1977:29-43

BOMBACE G.,1981 - Note sur les experiences de creation de recifs artificiels en Italie - Etud.Rev.Cons.Gén.Pêches Méditer., 58:321-331

BOMBACE G.,1982 - Il punto sulle Barriere Artificiali: problemi e prospettive - Naturalista Sicil.,4(6suppl.)(3):573-591

BOMBACE G.,1983 - Observations sur les recifs artificiels réalisés le long des côtes italiennes - Journée Etud.Récifs Artif. et Maricult.Suspend.,CIESM,Cannes 1982:21-25

BULJAN M. & ZORE-ARMANDA M.,1976 - Oceanographical properties of the Adriatic Sea - Oceanogr.Mar.Biol.Ann.Rew., 14:11-98

CARRADA G.C.,HOPKING T.S.,BONADUCE G.,IANORA A.,MARINO D.,MODIG M., RIBERA D'ALCALA' M.,SCOTTO DI CARLO B.,1980 - Variability in the hydrographic and biological features of the Gulf of Naples - Marine Ecology, 1:105-120

CARRADA G.C.,FRESI E.,MARINO D.,MODIGH M.,RIBERA D'ALCALA' M.,1981 - Structural Analysis of winter phytoplankton in the Gulf of Naples - J.Plankton res., 3(2):291-314

CHAMPALBERT G.,1971 - Variations nyctémerales du plancton superficiel - J.Exp.Mar.Bio-Ecol., 6(1):55-70

CHIAUDANI G.,GAGGINO G.F.,MARCHETTI R.,VIGHI M.,1982 - Caratteristiche trofiche delle acque costiere adriatiche: campagna di rilevamento 1978-1979 -(C.N.R.)A0/2/14:1-35

DALLA VENEZIA L.,1979 - Prime osservazioni sugli insediamenti di Mytilus sp. sulle Barriere Artificiali del Conero (Ancona) - Atti Convegno Scientifico Nazionale Progetto Finalizzato Oceanografia e Fondi Marini, Roma, 5-7 Marzo 1979:959-957

FRANCO P.,1973 - L'influenza del Po sui caratteri oceanografici e sulla distribuzione della biomassa planctonica dell'Adriatico Settentrionale - Ann.Univ.Ferrara, **n.s.1**(1)suppl.:95-117

FRANCO P.,SOCAL G.,BIANCHI F.,1979 - Nutrienti e biomassa fitoplanctonica nell'Adriatico settentrionale. Crociere 1978 - Atti Convegno Scientifico Nazionale Progetto Finalizzato Oceanografia e Fondi Marini, Roma 5-7 Marzo 1979:47-59

GILMARTIN M. E REVELANTE N.,1980 - nutrient input in the summer nanoplancton bloom in the Northern Adriatic sea - Marine Ecology, **1**:169-180

IGNATIADES L.,1979 - The influence of water stability on the vertical structure of a phytoplankton comunity - Mar.Biol., **52**:97-104

JACQUES G.,1970 - Aspects quantitatifs du phytoplancton de Banyuls sur Mer. III, Diatomees et Dinoflagellés - Vie et Milieu, **20** (1-B):91-126

KVEDER S.,REVELANTE N.,SMODLAKA N.,SKRIVANIC A.,1971 - Some characteristics of the phytoplankton productivity in the Northern Adriatic - Thalassia Yugosl., **7**(1):151-158

LENZI GRILLINI C. e LAZZARA L.,1980 - Ciclo annuale del fitoplancton nelle acque costiere del Parco Naturale della Maremma. II, flora e variazioni della comunita' - Giornale Botanico Italiano, **114**:199-215

LENZI GRILLINI C.,SOLAZZI A.,TOLOMIO C.,1978 - Norme per la raccolta, la conservazione e lo studio del fitoplancton - Metodi per lo studio del plancton e della produzione primaria. Edizioni GM:9-18

MARGALEF R.,1958 - Temporal succession and spatial heterogeneity in phytoplankton - Perspectives in Marine Ecology.(A.A. Buzzati Traverso,Ed. University of California Press,Berkley:323-34

MARZOCCHI M. SOLAZZI A.,TOLOMIO C.,FAVERO P.,CAVOLO F.,1979 - Composizione del fitoplancton in alcune stazioni costiere del medio e alto Adriatico occidentale (1977) - Atti Convegno Nazionale Progetto Finalizzato Oceanografia e Fondi Marini, Roma 5-7 Marzo 1979:95-106

MONTRESOR M.,SALAFIA C.,SOLAZZI A.,TOLOMIO C.,MARZOCCHI M.,1982 - I popolamenti fitoplantonici nell'alto Adriatico occidentale (primavera-estate 1978) - Atti Convegno Nazionale Progetto Finalizzato Oceanografia e Fondi Marini, Roma 10-11 Novembre 1981:47-59

OGAWA Y. and ONODA Y.,1966 - Experiments on the actractiveness of artificial reefs of marine fishes - Bull.TokaiReg.Fish.Res.Lab., **45**:155-163

OREN O.H.,1968 - Artificial reefs; a short review and appeal - FAO Fish.Circ., **305**:6p

PUCHER-PEKTOVIC T.,1966 - Vegetation des diatomees pelagiques de l'Adriatique moyenne - Acta Adriat., **13**(1):1-99

RAYMON J.E.G.,1980 - Plankton and productivity in the Oceans - Pergamon Press,Oxford, **1,2th.ed:**489p

REVELANTE N. e GILMARTIN M.,1976(a) - Temporal succession of phytoplankton in the Northern Adriatic - Neth.Jour.Sea Res., **10**(3):377-396

REVELANTE N. e GILMARTIN M.,1976(b) - The effect of Po river discarge on phytoplancton dinamics in the Northern Adriatic Sea - Mar.biol., **34:**259-271

RIGGIO S. e ARDIZZONE G.D.,1981 - Eutrofizzazione e comunita' bentoniche su substrati artificiali. Indagine preliminare sulle coste della Sicilia nord occidentale - Quad.Lab.Tecnol.Pesca, **3**(1 suppl.):605-618

RYTHER J.M. & MENZEL D.W.,1959 - Light adaptation by marine phytoplankton - Limnol.Oceanogr., **4:**492-497

SOLAZZI A.,1974 - Produttivita' primaria in Mediterraneo - Mem.Biol. Mar.Oceanogr., **4:**101-120

SOLAZZI A. ANDREOLI C.,1971 - Produttivita' e ciclo annuale del fitoplancton nel medio Adriatico occidentale - Quad.Lab. Tecnol.Pesca, **1**(1 suppl.):1-90

STEELE J.H.,1964 - A study of production in the Gulf of Mexico - J.Mar.Res., **22:**211-222

STRICKLAND J.D.H and PARSONS T.R.,1968 - A Practical Handbook of Seawater Analysis - Fisheries Research Board of Canada, **167:**311p

TRAVERS A.,1962 - Recherches sur le phytoplancton du Golfe de Marseille. I, etude qualitative des Diatomées et des Dinoflagellés du Golfe de Marseille - Rec.Trav.St.Mar.Endoume, **41:**7-69

TRUE M.A.,1970 - Etude quantitative de quatre peuplements schiaphile sur substrat rocheux dans la région marsellaise Bull.Etude en Commun.Médit.Monaco, **69**(1401):48p

UNESCO 1972 - List of the main Mediterranean expeditions in the field of hydrological and biological studies from 1810 to 1970 - Bull.Etude en Comm.Médit.Monaco, 3:44-53

REFERENCES

ANDREOLI M.G., ARTEGIANI A. , AZZOLINI R., BOMBACE G. , GIORGI U. MARZOCCHI M. , MASSERA BOTTAZZI E., MONTRESOR M., SOLAZZI A., TOLOMIO C. - Evoluzione annuale dei parametri idrobiologici su un transetto a sud-est di Ancona in corrispondenza delle barriere artificiali dell'I.R.PE.M. - (Campagna di rilevamento ZO.RI. 1980-81) Quad.Ist.Rich.Pesca Marittima 4 (2): in press.

ANNEX(E) O

Growth of Mytilus galloprovincialis Lamk on a suspended and Immersed culture in the bay of Portonovo (central Adriatic Sea)

by

G. Fabi, L. Fiorentini and S. Giannini
Istituto di Ricerche sulla Pesca Marittima (CNR) - Ancona, Italy

INTRODUCTION

The studies carried out by the I.R.PE.M. of C.N.R. in Ancona had the aim of extending the use of the artificial reefs to cultivate suspended and immersed mussels (Bombace, 1982; Ardizzone and Bombace, 1983). For this purpose, some aspects of mussel biology were investigated as well as the best techniques applicable to this sort of mariculture which has different problems from the traditional methods of farmings (floating or on poles).

Owing to the good results obtained from the submersed farmings both in the harvesting of mussel seed on artificial collectors and in the subsequent growth of seed in cylindrical nylon nets (Ardizzone and Bombace, 1983; Fabi *et al.*, 1985), the effects of two different frequencies of thinning operation were tested. The aim was to show the influence and the real need for these operations.

At present the experiment is still going on and the results of observations of the first 21 months are herein reported.

MATERIALS AND METHODS

Our investigations started in 1984 and were carried out on an experimental "mussel park" inside an artificial reef constructed in the Bay of Portonovo (Central Adriatic) 1 mile off shore and at a depth of 10-11 m (Fig. 1).

The reef consisted of specially designed concrete blocks (2x2x2 m) laid on the sandy bottom. They were assembled in four pyramids placed at the corners of a square and spaced about 25 m from each other.

In May 1984, polyamide ropes (28 mm of diameter) were immersed as collectors for mussel seed and were suspended from a floating structure made of four buoys moored and tied together. The ropes were about 10 m long and extended from 1.5 m below the sea surface to the bottom.

In November 1984 mussel seed was harvested from the collectors and transferred into cylindrical nylon nets (44 mm of mesh size), making 31 "boudins" (see Korringa, 1976, pag. 115), which were suspended from steel wires strained between the top blocks of pyramids at a depth of about 5 m. Each boudin had an average weight of 3.0 Kg (min. 2.6 - max. 3.3) and was about 1.5 m long.

Half of the boudins were thinned out twice (the first in May 1985 and the second in September 1985), while the other half were thinned out only once (in the middle of June 1985) in order to test the effects of thinning operations.

At thinning new boudins were made of nylon mesh nets larger than the previous ones used for seed: a 68 mm mesh size was used for the thinning of May and June, and a 84 mm mesh size was used for the September thinning. Each new boudin weighed about 5.4 Kg (min. 4.1 - max. 7.1) and was about 1.70 m long.

From December 1984 to May 1985, one boudin a month was recovered for laboratory measurements. From June 1985 two boudins (one for each experimental set) were recovered.

Measurements of the total length and total weight were taken for each boudin recovered. All the live mussels were weighed and individually measured for the length frequency distribution. Finally, on a subsample of about 50 mussels (selected on the base of their length), fresh weight, wet weight, shell weight, volume of shell cavity and dry meat weight were also measured.

To follow the mussel growth of the two experimental sets better, when the seed was transferred from the collectors into the nylon nets (November 1984), we "marked" about 600 mussels, selected on the base of their length.

Each mussel was measured by a caliper to the millimeter below and was marked by sticking a numbered plastic tag on its shell. The tagged mussels were equally divided into the 31 boudins.

The tagging operation was repeated at every thinning date in order to obtain the greatest number of tagged mussels: in May and June about 700 specimens were respectively marked and about 500 in September.

This procedure allowed us to follow monthly the absolute

increase in mussel length and showed that, after every thinning operation, a ring appeared on each shell. This was called a "check ring", because it was well discernible from the other rings which were caused by seasonal changes of growth.

Since the same "check rings" were also found on the untagged mussels, they seemed to be caused by the thinning operation disturbance and not by the tagging procedure.

RESULTS

Growth in length

For each experimental set, every monthly size-frequency distribution was analyzed by the NORMSEP program (Abramson, 1971) to calculate the monthly average lengths. These values were used to compute the parameters of the V.B. length-growth equations for all the investigated period (Fig. 2):

1st experimental set	2nd experimental set
L_∞ = 87.1 (mm)	L_∞ = 94.7 (mm)
K = 1.09	K = 0.98

The shell growth was only slightly influenced by the two experimental conditions tested.

Starting from November 1984 ($\bar{L}$ = 42.0 ± 3.0 mm) the mussels reached an average length of 58.1 ± 4.8 mm in May 1985. Those thinned out at this date subsequently achieved $\bar{L}$ = 67.5 ± 6.0 mm in September 1985, when they were thinned out again. In January 1986 their average length was 73.1 ± 6.7 mm.

At this last date, the other mussels, which were thinned out only in June 1985 ($\bar{L}$ = 64.6 ± 5.9 mm), reached an average length of 76.4 ± 7.9 mm, showing a little improvement in growth in respect to the other set, a fact which was not expected.

The slackening of growth during winter was not so evident as reported for other areas (Ceccherelli and Barboni, 1983). On the other hand, in both sets, it was very evident that the shell growth stopped soon after every thinning operation and only started again the following month.

This pause was very marked in November 84, May and June 85, but it was not detectable after the September thinning, perhaps for the lack of the October samples. Similar slackening had already been observed (Fabi *et al.*, 1985) during a previous experiment.

The data obtained from tagged specimens and from check ring readings, were plotted in Fig. 3 using the method proposed by Gulland and Holt (1959) and by Jones (1976). Three different

trends in growth appeared evident: one relative to the growth from November to the first thinning and one for each of the two experimental sets.

The parameters of the V.B. growth equation relative to each growth period were then separately computed by FABENS program (Fabens, 1965; Sims, 1985). The curves were drown in Fig. 3 and the relative parameters were reported in Tab. 1. The values of the growth coefficients showed that, after every stop caused by the thinning disturbance, the subsequent shell growth was faster.

Condition index

Seasonal variations of the condition index (CI) for the mussels in a range of 50-79 mm were separately computed for the two experimental sets (Fig. 4) using the traditional method described by Baird (1958):

$$CI = \frac{\text{Dry meat weight (g)}}{\text{Volume of shell cavity (ml)}} \times 1000$$

The values were low during all the winter months because of the releasing of gametes and the adverse environmental conditions.

During the test period, the spawning seemed to begin in early winter and to continue until spring with maxima in January 1985, April 1985 and December 1985.

During the summer months, the high values of CI were a consequence of the recovering of gonads and of the better environmental conditions.

	Nov 84 - June 85	1st Set	2nd Set
L_∞	76.4 ± 6.3	78.1 ± 0.8	83.7 ± 3.8
K	1.3 ± 0.3	2.7 ± 0.2	2.5 ± 0.6
r	0.92	0.99	0.92

Tab. 1 - Parameters of V.B. growth equations computed by FABENS program. (L_∞ are in mm)

Our observations were in good agreement with those reported by Hrs-Brenko (1973) for the Northern Adriatic sea, Renzoni (1973) for the Sacca of Scardovari (Po river delta), and Valli *et al.* (1975) for the Gulf of Trieste.

Mussel reproductive cycle was not influenced by the different thinning operations; in fact, as reported in Fig. 4, the values of the CI presented the same changes for both the sets during all the investigated period.

Production

Fig. 5 reports the monthly production for each experimental set. The weight of each boudin, when recovered, was divided by its initial weight (when made up), so to obtain the weight production for one kilogram of mussels put into the nylon net in November 1984.

This production was 4 kg at the first thinning operation (May 1985), when most of the mussels had reached the minimum commercial size.

After this date, a great variation of the production was observed from one month to another. Further investigations showed that these variations were in relation to changes in survival observed among the boudins (Tab. 2). The survival was calculated as ratio of the number of mussels recovered to the average number of mussels put into the nylon nets. It did not seem to depend on the time of immersion.

	1st Set	2nd Set
Jun 85	80.15%	-
Jul 85	76.09%	61.94%
Aug 85	90.53%	69.25%
Sep 85	73.76%	78.90%
Nov 85	75.38%	57.19%
Dec 85	73.48%	97.56%
Jan 86	79.75%	88.95%

Tab. 2 - Survival percentage on each boudin computed for the two experimental sets. The values of the first set were all referred to the thinning of May 1985.

To reduce the effects of difference in survival, every production value was adjusted to what would have been obtained with an average survival. In this way the production in November 1985 was estimated as about 7.5 kg for both experimental sets.

These values remained constant until January 1986, while the average lengths calculated for the first and the second experimental set grew respectively by about 4 mm and 5 mm. The absence of a corresponding increase in weight might be explained by emission of gametes as demonstrated by the values of CI.

The effects of the spawning of January and April 1985 were not evident probably because at that time the mussels were smaller and the high growth rate balanced the loss of weight caused by the releasing of gametes.

CONCLUSIONS

Our investigations showed that the different frequencies of thinning tested did not, in practice, influence either the length growth or the weight growth of the cultivated mussels, proving that a great number of thinning operations was unnecessary.

In fact, after about 14 months in boudins, the average length reached after only one thinning operation, was even a little greater than that obtained after two operations and the number of specimens longer than 90 mm were more numerous.

Because this slight growth difference became evident from the month immediately following the thinning operations of May and June, it probably was caused by the time and by the mussel length at which the thinning was carried out and not by the number of the operations.

In fact, because the thinning operations stressed the mussels causing a slackening in the shell growth and because the increments in length was higher for small mussels, the thinning probably caused a greater loss in length for smaller specimens (May 1985) than for bigger ones (June 1985). This loss was not completely regained, even if the growth started again very quickly the following month. Maybe for the same reason, the pause in length growth was not evident after the September 1985 thinning.

In any case the production values, estimated as the amount obtained from one kilogram of mussels, did not present, after one year, any important differences between the two sets tested.

Variations of mortality between boudins of the same sets were so high that any correlation with time was not apparent.

Moreover in May and June 1985 many boudins recovered, in order to be thinned out, had been damaged by the sea during the winter months or were about to break owing to the excessive weight. A loss of about 10% was estimated. On the contrary, all the boudins recovered in September were intact.

Therefore, in a kind of mussel culture such as that experimented, only one thinning operation appeared to be necessary in order to reduce mussel density in boudins, to remove the seed born in early winter and spring and to re-make the boudins eventually damaged by the heavy waves in winter.

Because the negative effects produced on mussel growth seemed to decrease with the increase of the mussel length, the optimum time of thinning should be as later as possible. Unfortunately it cannot be delayed too long in order to prevent mussel loss from boudins.

The best period for this operation seemed to be late spring when the spawning period was over and the environmental conditions were particularly favourable to a better growth.

AKNOWLEDGEMENTS

We wish to thank Dr. G. Bombace and Dr. C. Froglia for their contributions and revisions of this paper, Mr. B. Antolini and Mr. G. Gaetani for their assistance in field work and Mr. G. Giannetti for his suggestions in preliminary data analysis.

REFERENCES

ABRAMSON N.J. (1971) - Computer programs for fish stock assessment. *FAO Fish.Tech.Pap.*, 101: 148 pp.

ARDIZZONE G.D.,BOMBACE G. (1983) - La barriera artificiale di Fregene. *Rapporto Tecnico Scientifico per M.M.M.*: 30 pp.

BAIRD R.H. (1958) - Measurement of condition in mussels and oysters. *J. Cons. perm. int. Expl. Mer*, 23: 249-257.

BOMBACE G. (1982) - Il punto sulle barriere artificiali: problemi e prospettive. *Naturalista Sicilianc*, S. 4, 6 (suppl.): 573-591.

CECCHERELLI V.U.,BARBONI A. (1983) - Growth, survival and yield of *Mytilus galloprovincialis* Lamk. on fixed suspended culture in a Bay of Po river delta. *Aquacoltura*, 34: 101-114.

CECCHERELLI V.U.,ROSSI R. (1984) - Settlement, growth and production of the mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Marine Ecology - Prog. Ser.* 16: 173-184.

FABENS A.J. (1965) - Properties and fitting of the von Bertalanffy growth curve. *Growth*, 29 (3): 265-289.

FABI G., FIORENTINI L., GIANNINI S. (1985) - Osservazioni sull'insediamento e sull'accrescimento di *Mytilus galloprovincialis* Lamk. su di un modulo sperimentale per mitilicoltura immerso nella Baia di Portonovo (Promontorio del Conero, Medio Adriatico). *Oebalia*, 11-2, N.S.: 681-692.

GULLAND J. A. and HOLT S. J. (1959) - Estimation of growth parameters for data at unequal time intervals. *J. Cons. CIEM*, 25: 47-49.

HRS-BRENKO M. (1973) - Rapport entre le cycle sexuel et l'indice de condition de la moule (*Mytilus galloprovincialis*) dans l'Adriatique nord. *Etud. Rev. CGPM* 52: 47-52.

JONES R. (1976) - The use of marking data in fish population analysis. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 153: 1-42.

KORRINGA P. (1976) - *Farming marine organisms low in the food chain*. Elsevier: 264 pp.

RENZONI A. (1973) - Dati su accrescimento e ciclo riproduttivo di *Mytilus galloprovincialis* Lamk. nella Sacca di Scardovari. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, 28, 2: 205-216.

SIMS E. S. (1985) - Selected computer programs in Fortran for fish stock assessment. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 259: 183 pp.

VALLI G., CERNECA F., FERRANTELLI N. (1975) - Caratteristiche dell'accrescimento e del primo periodo riproduttivo in un allevamento sperimentale di *Mytilus galloprovincialis* Lam. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.* 30, 2: 299-313.

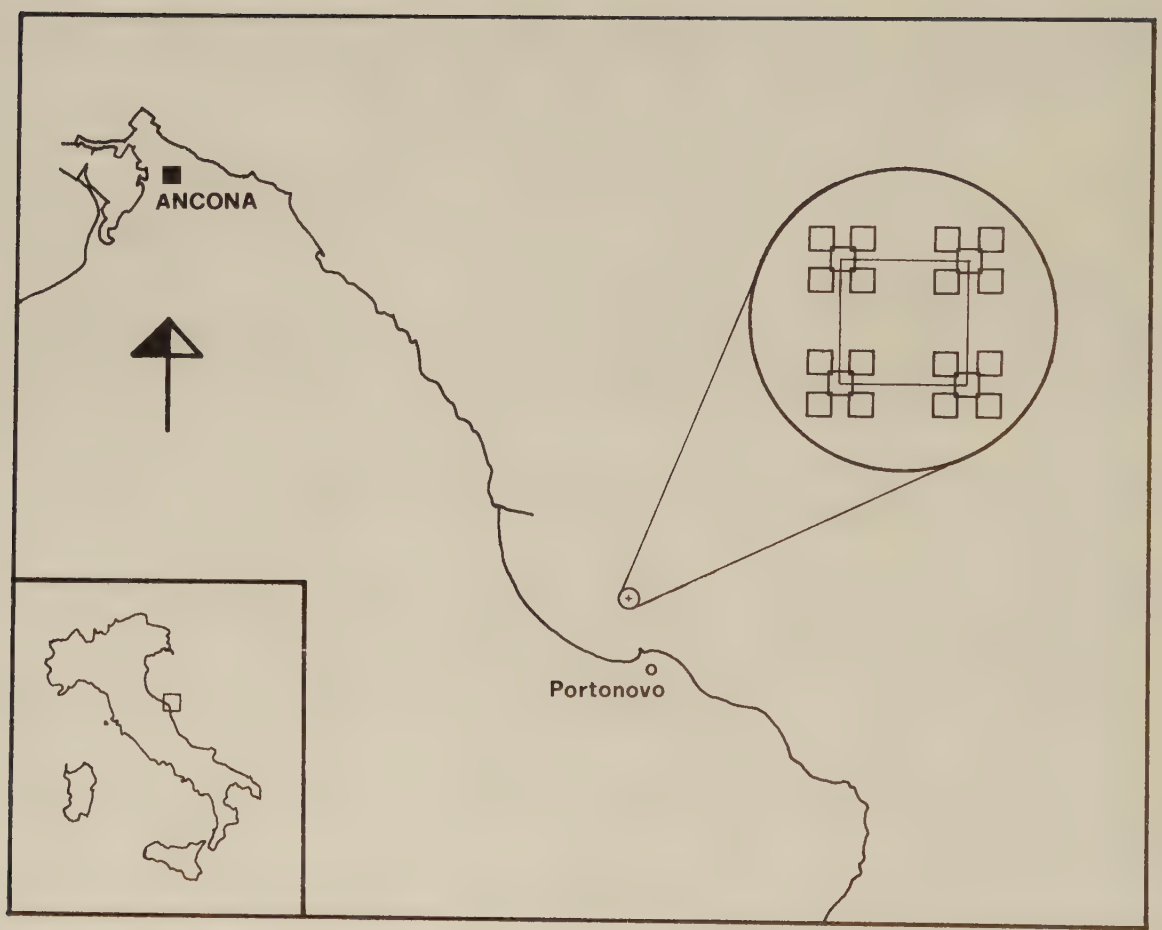


Fig. 1 - Artificial reef in the Bay of Portonovo

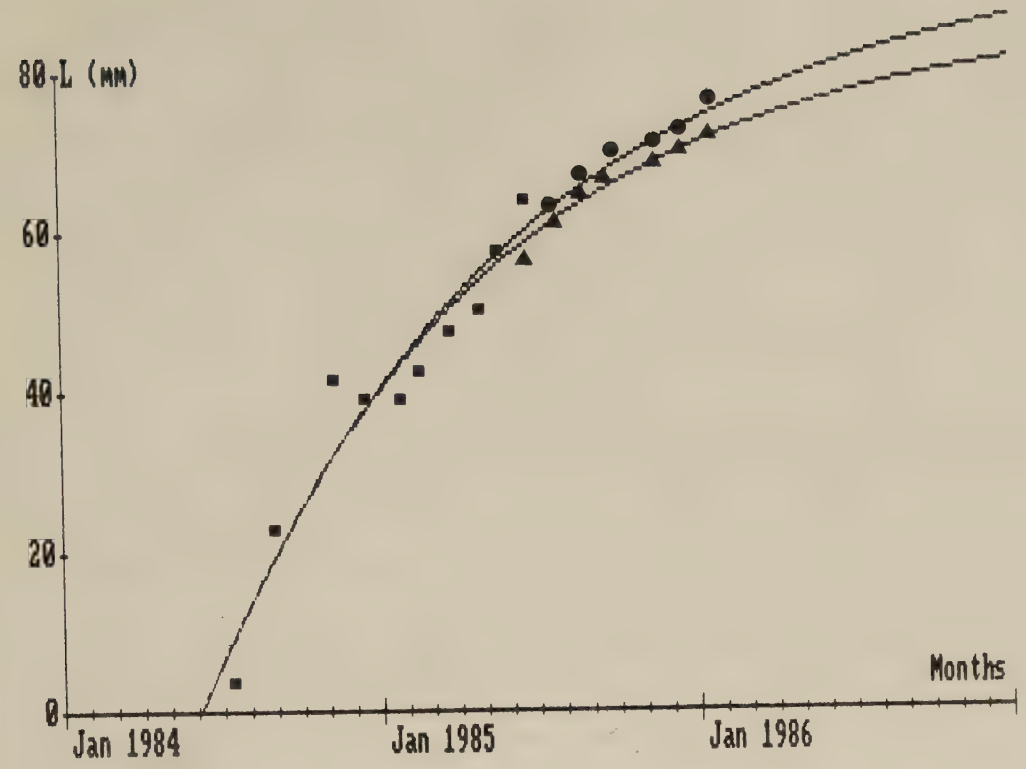


Fig. 2 - V.B. growth equations computed for the two experimental sets over all the investigated period (■ growth until June 1985; ▲ 1st set; ● 2nd set).

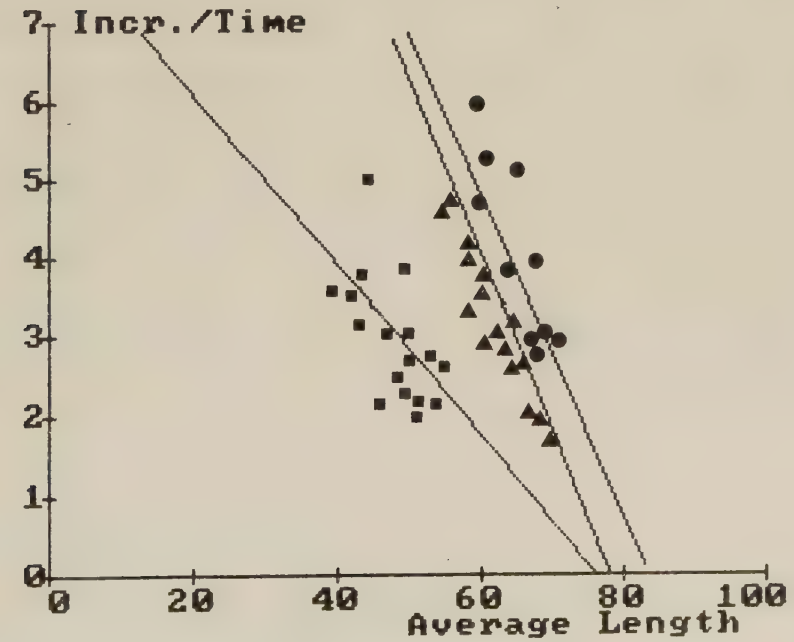


Fig. 3 - Length increments of tagged mussel plotted against average length (Gulland and Holt). The growth equations (Fabens) are also plotted (■ growth until June 1985; ▲ 1st set; ● 2nd set).

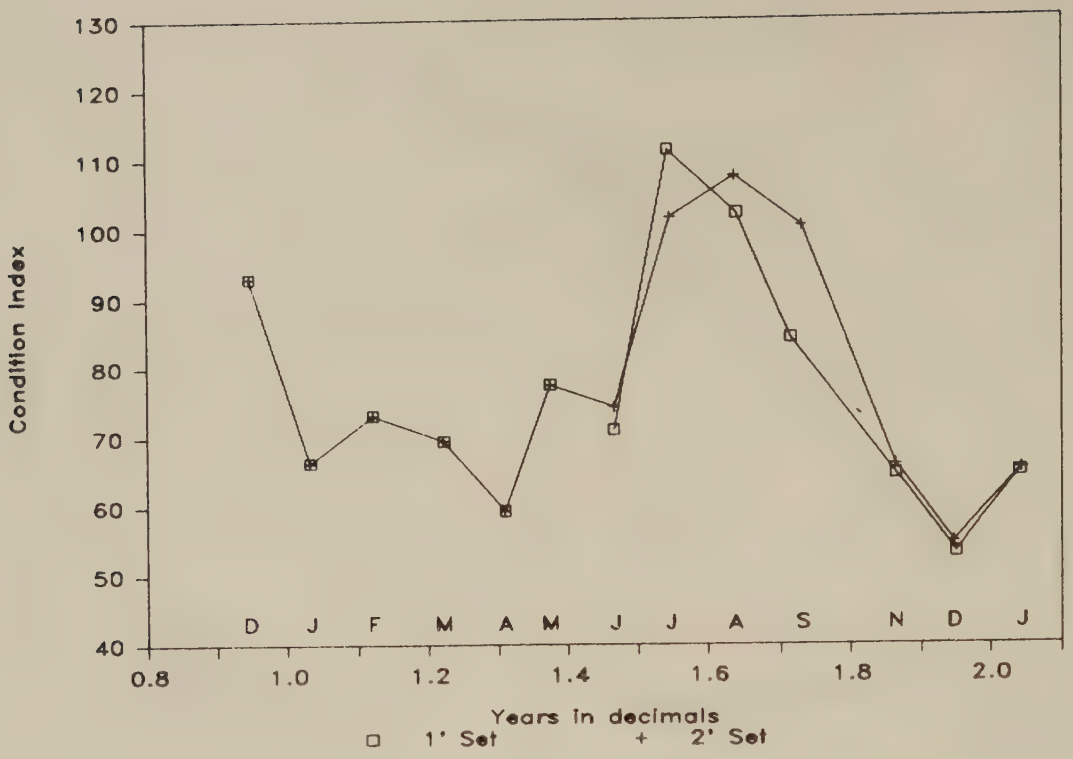


Fig. 4 - Monthly values of Condition Index.

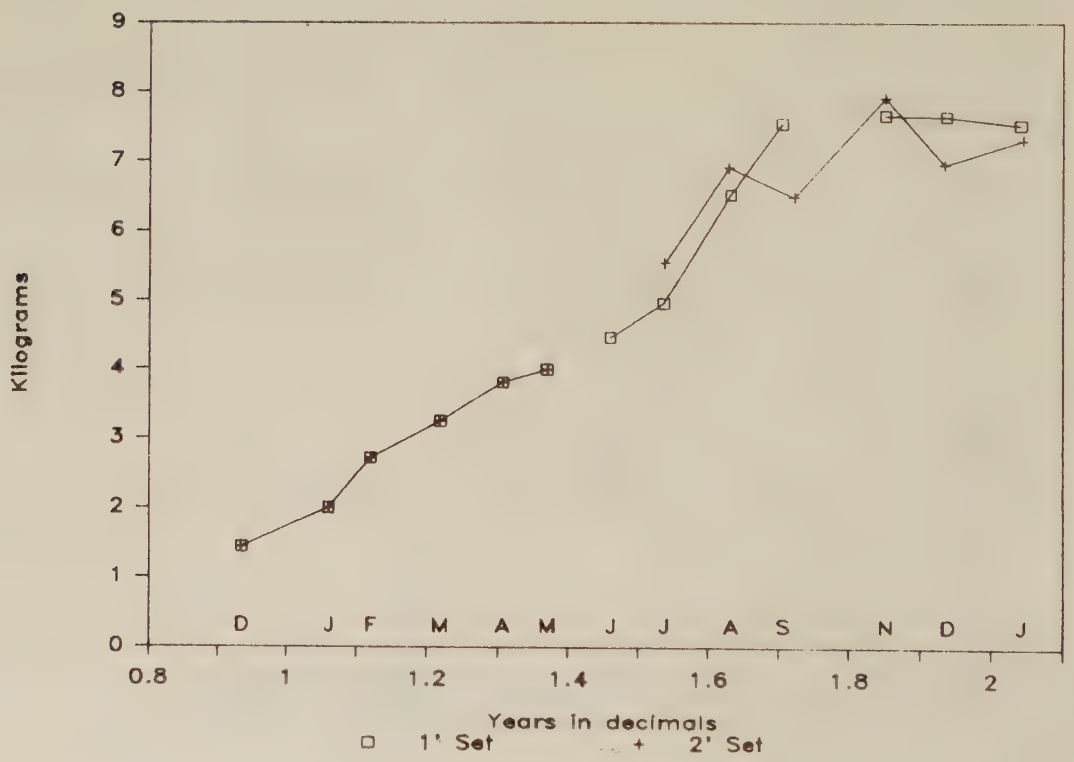


Fig. 5 - Monthly weight production for one kilogram of mussels put into the nylon net in November 1984.

ANNEX(E) P

Report on intensive mussel culture in Egypt

by

Ibrahim Ettewa
General Authority
for
Fish Resources Development, Cairo

The culture of mussels started two years ago and is mainly carried out of Ismailia at two locations: the first one is 4 km at Temsah lake and the second one is 40 km at the Bitter lake.

1. ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Sea temperatures are sustained at a higher level in summer (maximum in July: 29°C), but in winter sharp falls at night is experienced (minimum in January: 9°C).

Seasonal weather

The overall climatic conditions are those of the mild Mediterranean type with a mild wet winter and hot dry summer.

In winter (December-February), the movement of depressions from West to East along the Mediterranean creates variable disturbed weather conditions. Intermittent thnderstorms and dust storms associated with strong winds are of short duration and interrupt longer periods of calmer weather with variable wind and occasional rain showers.

In spring (March-May), although the most prevalent wind is north and north west, the Khamasin winds are the most notable feature of this season.

In summer (June-August), the stable conditions of late spring continue through the summer. The high pressure belt over the Mediterranean produces sustained northerly winds with clear sky throughout the day.

In autumn (September-November), a milder from the Khamasin weather prevails, but the northerly, nort easterly winds become increasingly dominant.

The rainfall pattern is most consistent in latter part of autumn.

The maximum tidal fall and rise in the Bitter lake is between 50-75 cm.

2. GROWING OPERATIONS

Mussels are collected by hand from Temsah lake 4 km southern part of Ismailia, from April to August. Fifty fishermen collect the mussels and use 3-2 cm diameter sieves to sort them; the mussels are then transferred to the treatment unit by cooling vans. The size less than 2 cm are replanted to reach the marketable size.

3. THE TREATMENT STATION

The station is located 40 km south of Ismailia at the Great Bitter lake. The station consists of 6 concrete ponds (5 x 6 x 1 m) in which 4 tons of mussels can be stocked for a period of 10-15 days in plastic baskets containing 10 kg. The water is pumped from the Bitter lake at a distance of 250 m offshore where the water depth is approximately 6 m. The supply pipes is made of P.C.V. and is at 3 m under the water surface. There is a continuous flow of water and compressed air into the ponds.

The functions of the treatment station are to ensure elimination of any sand contained in the intervalvar liquid; to allow sampling of mussels for microbiological and chemical tests and ensure hygienic requirements for human consumption.

4. EXPORTING

The total production is approximately 360 tons/year and is exported mainly to Italy and Spain. Each shipment is accompanied by an export health certificate.

ANNEX(E) Q

Effets socio-économiques consécutifs à la réalisation d'une zone marine protégée par des récifs artificiels dans la zone de Porto Recanati

par

G. Bombace et V. Rossi
I.R.PE.M. - C.N.R. - Ancône

1. Bref historique

Au cours des années 1974-1975, des récifs artificiels furent réalisés dans la zone au S.E. du Conero, en face de Porto Recanati (Moyenne Adriatique) par l'I.R.PE.M. du C.N.R.

Les corps plongés étaient des blocs en béton à l'aide desquels furent construites des pyramides à 14 éléments ayant essentiellement pour buts l'abri et le repeuplement. (Oasis de repeuplement). La zone occupée par ces constructions était d'environ 3 ha (Bombace 1977, 1979, 1981, 1982, 1983).

En 1978, on réalisa autour de cette oasis de repeuplement une zone marine protégée à l'aide de récifs artificiels se composant de blocs séparés ou bien de pyramides à 5 éléments, éparpillés de façon occasionnelle, essentiellement à des fins de dissuasion mécanique contre le chalutage illégal.

La surface occupée couvre environ 2.000 ha.

En 1981, les petits pêcheurs par engins fixes de Porto Recanati se sont unis et ont créé une Coopérative de petite pêche.

2. Effets de récifs artificiels réalisés

2.1 Effets d'agrégation sociale et de nouvel emploi

N. 40 petits pêcheurs qui, avant la réalisation de la zone récifale étaient dispersés et sans protection, se sont réunis pour créer une Coopérative de petite pêche. N. 7 d'entre eux sont des jeunes qui abordent le métier comme premier emploi.

Chez les pêcheurs réunis, on remarque un sens de responsabilité différent en ce qui concerne l'aménagement des ressources provenant de la zone des récifs artificiels.

2.2 Effets économiques et de production

Les récifs artificiels ont permis une hausse de production, une pêche polyvalente et pour l'année entière; des possibilités de culture en mer, une réduction de conflictualité avec la pêche au chalut, une protection des engins fixes de l'impact des engins traînants.

3. Structure de la Coopérative et revenu des pêcheurs associés

3.1 Pêcheurs

Le tableau suivant fournit la structure de la Coopérative de petite pêche de Porto Recanati, selon les classes d'âge des associés.

CLASSE D'AGE DES PECHEURS

ANS	JUSQU'A 30	DE 31 A 45	A PARTIR DE 46 ET PLUS	TOTAL
NOMBRE	10	10	20	40
POURCENT.	25%	25%	50%	100%

3.2 Equipements utilisés

Les engins utilisés par ces petits pêcheurs sont:

a) Filets maillants et trémails (engins fixes) principalement pour la capture de poissons et de crustacés.

b) Petites nasses ou clayères pour la capture du petit gastéropode Sphaeronassa mutabilis

c) Nasses à Céphalopodes (seiches principalement).

d) Palangres de fond pour poissons.

e) Engins de grattage et de récolte de moules et d'huîtres par plongeurs.

3.3 Typologies de pêcheurs et revenus correspondants

On peut distinguer deux types de pêcheurs:

Type A - Il s'agit d'un pêcheur qui exerce son activité à temps plein, qui utilise un bateau à moteur d'environ 8 m., de 30 hpa, muni d'un treuil pour récupérer les engins et qui utilise la collaboration d'un plongeur pour la récolte des moules et des huîtres.

Ce pêcheur appartient à la I ou à la II tranche d'âge; il n'a pas plus de 45 ans, en effet.

Dans le tableau suivant, on a représenté l'activité du pêcheur de Type A.

PECHEUR TYPE A (A temps plein)

PERIODE	METIER	PRODUIT PECHE PRINCIPALE
NOV-AVRIL	Petites nasses ou clayères	Petits gastéropodes. (Shaeronassa mutabilis)
AVR-JUIN	Nasses; engins fixes; palangres; plongeurs	Seiches; poissons divers; moules; huîtres
JUIN-SEPT.	Engins fixes; palangres; chalut de plage; plongeurs	Poissons divers; moules; huîtres
SEPT-OCT.	Engins fixes; palangres; chalut de plage	Poissons divers

Type B - C'est un pêcheur plutôt âgé qui appartient à la troisième tranche d'âge, qui exerce son activité de pêche à temps partiel, car au cours de la période juin-septembre, il se consacre à l'activité touristique et balnéaire. Il utilise un bateau à moteur d'environ 5-6 m de 15 hp; il n'a pas de treuil. Pendant la période de pêche, on a généralement deux pêcheurs par bateau.

Ce pêcheur utilise surtout les petites nasses pour les petits gastéropodes, les nasses pour les seiches et les engins fixes pour les poissons (trémail, filet maillant, etc.).

3.3.1 Compte économique moyen annuel du pêcheur de type A (1982-1984) avec l'aide d'un plongeur

(*)	RECETTE ANNUELLE		Lit. 55.000.000	(a)
	FRAIS			
	Carburant	Lit. 1.200.000		
	Appât	" 1.000.000		
	Amortissement équipement	" 1.400.000		
(**)	Amortissement coque et moteur	" 1.750.000		
	Divers (entretien réparation)	" 1.000.000		
	Total frais	Lit. 6.350.000	Lit. 6.350.000	(b)
	REVENU BRUT D'ENTREPRISE		Lit. 48.650.000	(a-b)
	CHARGES ET IMPOTS			
	Charges sociales	Lit. 1.511.000		
	Impôts divers (IRPEF, ILOR, etc.)	" 5.000.000		
	Total charges	Lit. 6.511.000	Lit. 6.511.000	(c)
	REVENU NET D'ENTREPRISE		Lit. 42.139.000	(a-b)-c
(***)	FRAIS POUR PLONGEUR		Lit. 10.000.000	(b)
	REVENU NET PAR PECHEUR (ARR.)		Lit. 32.000.000	

(*) Au revenu global, les moules contribuent environ par 20 millions (environ 36%), les petits gastéropodes environ par 23 millions (42% environ) et les poissons et les seiches par 12 millions (22%).

(**) 14.000.000 Lit. x 12,50%.

(***) Si le plongeur est un autre pêcheur, le revenu est divisé par deux. Mais il arrive parfois que le pêcheur soit aussi plongeur (cas de jeunes pêcheurs). Dans ce dernier cas, le revenu net est de 42.000.000.Lit.

La quantité de moules pêchées par bateau s'élève en moyenne à 25 tonnes (juillet-octobre); leur prix de gros moyen est de 800 Lit./kg. La quantité de petits gastéropodes (Sphaeronassa mutabilis) pêchée par bateau est en moyenne de 26,5 tonnes (novembre-avril); leur prix de gros est de 800Lit./kg.

Pour un pêcheur du type A, qui n'utilise pas une zone marine protégée, l'encaissement est de moins de la moitié, le revenu net d'entreprise se situe entre 1/3 et 1/2, le revenu net par pêcheur entre 1/3 et 1/4.

3.3.2 Compte économique moyen annuel d'un pêcheur de type B (1982-1984). N. 2 pêcheurs âgés par bateau

RECETTE ANNUELLE		Lit. 35.000.000 (a)
FRAIS		
Carburant	Lit. 300.000	
Appât	" 1.000.000	
Ammort. équip.	" 1.400.000	
Ammort. coque et moteur	" 1.300.000	
Divers (réparations)	" 1.000.000	
	Lit. 5.000.000	Lit. 5.000.000 (b)
REVENU BRUT BATEAU		Lit. 30.000.000 (a-b)
CHARGES SOCIALES	Lit. 3.000.000	Lit. 3.000.000 (c)
REVENU NET D'ENTREPRISE		Lit. 27.000.000 (a-b)-c
REVENU NET PAR PECHEUR		Lit. 13.500.000

4. Compte économique moyen annuel (1982-1984) d'un bateau de pêcheurs (N. 2) du type A, mais qui ne travaillent pas dans une zone de récifs artificiels - Zone Portonovo (Ancône)

(*)	RECETTE ANNUELLE		Lit. 27.000 (a)
	FRAIS		
	Carburant	Lit. 1.500.000	
	Appât	" 1.000.000	
	Ammort. équip.	" 1.400.000	
	Ammort. coque et moteur	" 1.750.000	
	Divers (entret. et réparations)	" 1.000.000	
		Lit. 6.650.000	Lit. 6.650.000 (b)
	REVENU BRUT D'ENTREPRISE		Lit. 20.350.000 (a-b)
	CHARGES ET IMPORTS		
	Charges sociales	Lit. 1.800.000	
	Impôts divers	" 2.000.000	
		Lit. 3.800.000	Lit. 3.800.000 (c)
	REVENU NET D'ENTREPRISE		Lit. 16.550.000 (a-b)-c
	REVENU NET PAR PECHEUR		Lit. 8.275.000

(*) Au revenu global les moules (des récifs littoraux) contribuent par Lit. 14.500.000 (environ 53%), les petits gastéropodes par Lit. 6.350.000 (environ 23%), le poisson et les seiches par Lit. 6.150.000 (environ 23%).

La quantité de moules pêchée par bateau est en moyenne de 18 tonnes (juillet-octobre); le prix de gros moyen est de 800 Lit./kg. La quantité de petits gastéropodes (Sphaeronassa mutabilis) pêchée par bateau est en moyenne de 8 tonnes (nov.-avril); le prix de gros moyen est de 800 Lit./kg.

La quantité de poisson (et seiches) pêchée par bateau est en moyenne de 3 tonnes (avril-octobre); le prix de gros moyen est de 2.000 Lit./kg.

5. Comparaison des paramètres économiques pour pêcheurs du type A travaillant dans la zone marine protégée par des récifs artificiels (Porto Recanati) et dans une zone marine dépourvue de récifs artificiels (Portonovo - Ancône) au cours des trois années 1981-1984

	PORTO RECANATI	RAPPORTS	PORTONOVO
RECETTE ANNUELLE	Lit. 55.000.000	2,03	Lit. 27.000.000
(*) Moules	Lit. 20.000.000	1,4	Lit. 14.500.000
(**) Gastéropodes	" 23.000.000	3,6	" 6.350.000
Poissons et seiches	" 12.000.000	2	" 6.150.000
FRAIS	Lit. 6.350.000	1	Lit. 6.650.000
REVENU BRUT D'ENTREPRISE	Lit. 49.000.000	2,3	21.000.000
REVENU NET D'ENTREPRISE	Lit. 42.000.000	2,5	Lit. 17.000.000
REVENU NET PAR PECHEUR	Lit. 21.000.000	2,5	Lit. 8.500.000

(*) Il y a un faible pourcentage d'huîtres.
(**) Il s'agit essentiellement du petit hastéropode Sphaeronassa mutabilis

P.S. - On a examiné le cas homogène de bateaux de même puissance et ayant le même équipement, avec N.2 pêcheurs/bateau dont un des pêcheurs est plongeur.

Les chiffres sont arrondis.

5.1 Comparaisons des quantités pêchées pr les pêcheurs du type A travaillant dans une zone marine protégée par des récifs artificiels (Porto Recanati) et dans une zone marine dépourvue de récifs artificiels (Portonovo - Ancône) au cours des 3 années 1981-1984

	PORTO RECANATI	RAPPORTS	PORTONOVO
QUANTITES GLOBALES	57,5 ton.	2	29 ton.
MOULES	25 ton.	1,4	18 ton.
GASTEROPODES	26,5 ton.	3,3	8 ton.
POISSONS ET SEICHES	6 ton.	2	3 ton.

6.CONCLUSION

En conclusion, les quantités globales pêchées par les petits pêcheurs professionnels à plein temps, dans des zones marines protégées, sont le double de celles pêchées dans des zones marines dépourvues de récifs artificiels, dans l'aire essayée.

En décomposant les données de capture, on peut remarquer que:

a - Moules; le rapport pour les moules est de 1,4:1 il faut toutefois tenir compte du fait que Portonovo est un milieu marin à forte présence de bancs naturels de moules (roches littorales).

Pour d'autres zones marines où il n'existe pas de substrats durs naturels, on peut supposer que les seules moules pouvant être pêchées seraient celles des récifs artificiels.

b - Gastéropodes (Sphaeronassa mutabilis); le rapport est de 3,3:1, entre zone à récifs artificiels et zone dépourvue de récifs. La quantité de gastéropodes détrivores (nécrophages) que l'on capture près des récifs artificiels est due à des faits génétiques et à des faits trophiques.

c - Poissons et seiches; le rapport est de 2:1. Aucun doute que près des récifs artificiels on capture plus de poissons que dans les zones dépourvues de substrats durs. On n'a toutefois pas encore compris quel est le rapport que les différentes espèces entretiennent avec les structures artificielles. Il y a certainement des espèces qui sont rappelées, des espèces qui cherchent des abris à l'intérieur des récifs et des espèces qui s'y nourrissent.

BIBLIOGRAPHIE

BOMBACE G. 1977 - Aspetti teorici e sperimentali concernenti le barriere artificiali. Atti IX Congresso S.I.B.M. - Ischia

BOMBACE G. 1979 - Nota sull'esperimento de barriere artificiali a fini multipli realizzato dal lab. Tecn. Pesca C.N.R. - AN - Gazz. Pesca n.1.

BOMBACE G. 1981 - Note sur les expériences de création de récifs artificiels en Italie. Etudes et Revues n. 58 - FAO. Roma.

BOMBACE G. 1982 - Il punto sulle barriere artificiali: problemi e prospettive, XIII Congr. S.I.B.M., Cefalù Natur. Sic. VI (Suppl.), 3 Palermo.

BOMBACE G 1983 - Observations sur les récifs artificiels réalisés le long des côtes italiennes. Journée d'étude sur les récifs artificiels et la maric. suspend. - CIESM, Cannes, 1982.

ANNEX(E) R

Partage de l'espace en mer. Perspectives administratives ouvertes sur le littoral français

par

J. Guillon Verne
Chargé de Mission à la Direction des
Pêches maritimes et des Cultures marines. Paris

Le Secrétariat d'Etat à la Mer a été dès l'origine étroitement associé au développement des deux types d'aménagement expérimentaux en cours de réalisation sur les deux régions de sa frange méditerranéenne : Languedoc-Roussillon puis Provence Alpes Côte d'Azur. Cependant, en raison même de la nature des investissements entrepris et des objectifs recherchés, la réponse qu'a apporté l'Administration a été différente selon qu'il s'est agi :

- des strutures artificielles qui exigent des équipements lourds des financements multiples, une occupation importante de l'espace littoral et entraînent donc de sérieuses conséquences pour les usagers de la mer,

- de la conchyliculture en mer ouverte où les installations sont beaucoup plus souples et les effets de l'occupation moins contraignants.

1) La conchyliculture en mer est pratiquée depuis plus de vingt ans dans d'autres régions françaises et notamment en Bretagne. Les dispositions règlementaire fixant le régime d'autorisation des cultures marines sont adaptées aussi bien à l'exploitation de l'estran que des sites ouverts. Seules restent posées les incidences de la plus ou moins grande occupation de l'espace (cf.4)

2) En ce qui concerne les structures artificielles, la position du Secrétariat d'Etat à la Mer est qu'il convient d'attendre les résultats des expérimentations effectuées avec les deux opérations pilotes en Languedoc-Roussillon et en Provence Alpes Côte d'Azur avant d'engager de nouvelles immersions.

Le programme de recherches effectuées en Languedoc-Roussillon sous responsabilité scientifique de l'IFREMERest de nature à répondre aux nombreuses questions qui restent posées :

- quels sont les sites les plus favorables à de telles réalisations?

- quels sont les types de modules et d'architecture les mieux adaptés au contexte écologique local?

- quels sont les impacts réels de ces aménagements sur les stocks des différentes espèces?

- quels retours économiques peuvent être attendus de semblables investissements?

D'autres questions seront soulevées à terme:

- l'occupation du domaine public maritime

- le mode d'exploitation

- l'allocation de la ressource

- le financement de l'aménagement

- la sécurité de la navigation.

a) Compte tenu du recul insuffisant dont dispose la France en matière de récifs artificiels, il est pour le moment prématuré d'élaborer un règlement spécifique qui traiterait des conditions d'autorisation d'établissement de structures artificielles.

b) pour répondre cependant à la situation, l'Administration a usé de deux dispositifs règlementaires tout à fait concomitants :

- d'une part, afin de conférer un caractère légal à l'occupation au sol du domaine public maritime, elle a recouru au décret du 22 mars 1983 qui est le droit commun des cultures marines et des exploitations destinées à des fins biologiques: c'est le support le plus adapté aux autorisations ainsi délivrées (concessions).

- d'autre part, pour règlementer l'exploitation des eaux environnantes, il a été fait appel aux dispositions de la loi de 1852 sur l'exercice de la pêche maritime. Ce texte permet la création d'un cantonnement au cours de la phase expérimentale du récif et entraîne donc une interdiction totale de pêche sur le site. Il donne également la possibilité d'ouvrir progressivement le récif et ses abords à l'exploitation en créant des licences de pêche délivrées selon des conditions déterminées.

3) La loi sur la décentralisation intervenue en 1984, a profondément modifié les compétences financières revenant aux départements, aux régions et à l'Etat. Les domaines d'intervention sont précisément délimités et codifient le concours des différents partenaires qui participent au développement de la conchyliculture en mer et des structures artificielles.

4) Dans le même temps, les pouvoirs publics se sont dotés d'un dispositif règlementaire de protection, d'aménagement et de mise en valeur de l'espace littoral. La loi du 3 janvier 1986a répondu au besoin exprimé sur de nombreux sites littoraux en donnant à l'Etat la possibilité d'établir dans les zones côtières des "schémas de mise en valeur de la mer" qui déterminent leur vocation générale et leur affectation. Les pouvoirs publics se proposent de déterminer les principes de compatibilité entre les usagers du milieu marin et littoral, de parvenir à une utilisation concertée des activités qui s'exercent dans cet espace et de donner ainsi leur place aux cultures marines et aux structures artificielles.

*

* *

Avec les moyens développés ci-dessus, le Secrétariat d'Etat à la Mer souhaite ainsi être, avec la Communauté scientifique, les professionnels et les aménageurs, au rendez-vous de ces innovations technologiques et jouer un rôle dynamique dans leur réalisation.

ANNEX(E) S

EVALUATION DES IMPACTS DES AMENAGEMENTS RECIFAUX SUR LA FAUNE HALIEUTIQUE ET SON EXPLOITATION.

DUVAL C. et DUCLERC J.

I.F.R.E.M.E.R, 1, rue Jean Vilar 34200 SETE France.

IMPACTS ASSESSMENT OF ARTIFICIAL RECIFS INSTALLATIONS ON FISHING RESSOURCES AND ITS EXPLOITATION.

Résumé

Un projet d'aménagement en récifs artificiels auquel est associé un programme de recherche scientifique sont actuellement en cours de réalisation en Languedoc-Roussillon. Les cinq sites retenus comprennent 1216 à 6688 m^3 de modules en béton de deux types. Le principal objectif du suivi scientifique porte sur la quantification des impacts des aménagements à la fois sur les milieux biologiques et socio-professionnels. Il fait appel à trois techniques : des enquêtes sur l'activité de pêche aux "petits métiers", des pêches expérimentales aux engins fixes et au chalut, des observations en scaphandre autonome. Un état du milieu a pu être dressé au cours de l'année précédent les immersions.

Abstract

A project of artificial reef developments as well as a scientific research program are being realized in Languedoc-Roussillon (France). Five selected locations are equipped with concrete artificial reef units of two types. The volume of submerged artificial units varies from 1216 to 6688 m^3. The main target of the scientific research deals with the quantification of the installations impacts on the biologic and socio-professional environment. Three techniques have been used : inquiries about the fishing activity of small scale fisheries, experimental fishing with fixed fishing gears and fishing trawl, and diving observations. A description of the environment has been made during the year before the immersions.

INTRODUCTION

Le domaine agricole est l'exemple d'une gestion rationnelle de l'espace, l'aménagement physique des exploitations favorisant l'amélioration des productions et des rendements. En France, l'extension au secteur marin de ce type de gestion est très ancien dans le domaine de la conchyliculture (premiers bouchots en 1235), mais constitue un phénomène nouveau en ce qui concerne les aires de pêche. Les seuls milieux naturels littoraux actuellement mieux maîtrisés et dont la gestion des ressources est possible, sont les lagunes et les baies littorales car elles représentent des milieux en partie fermés.

En conchyliculture, le problème est particulier car les organismes concernés sont fixes. Si, exception faite de certains cas, il apparaît difficile d'enfermer les poissons dans un enclos tel un troupeau dans un pré, on peut cependant mettre à leur disposition des aménagements qui les attirent par la nourriture, les abris et les points de repères qu'ils offrent. Le but de ces aménagements est donc avant tout de stabiliser les déplacements de la faune mobile dans un secteur de pêche. La mise en valeur des pêcheries côtières au moyen d'aménagements physiques tels que des récifs artificiels, ne vise pas à créer de nouveaux terrains de pêche mais tente d'aboutir à une meilleure utilisation de l'espace et de la ressource.

De nombreux pays ont immergé des récifs artificiels, mais seuls le Japon et dans une moindre mesure Taïwain l'ont fait en vue de développer la pêche côtière professionnelle (Lefèvre et al., 1984). Cette entreprise n'est pas récente au Japon puisqu'elle revêt depuis plus de 30 ans un caractère officiel impliquant financièrement l'Etat (Simard, 1983-1984). Les Etats-Unis comptent également un grand nombre d'aménagements récifaux mais leurs finalités divergent des pays précédents en ce sens qu'ils ont été immergés à des fins essentiellement touristiques, pour développer la pêche de loisir.

Les quelques immersions réalisées en France ont toujours revêtu un caractère modeste n'impliquant pas comme principal objectif le développement des pêcheries côtières. L'expérience la plus marquante en matière de récifs artificiels est celle menée depuis 1980 en Méditerranée dans le secteur de Nice (Lefèvre et al., 1982) où 2 000 m^3 de modules en béton ont déjà été immergés. Une politique nationale et régionale de développement de ce type d'aménagement, ayant pour objet la rationalisation de la pêche littorale est en voie de concrétisation actuellement en Languedoc-Roussillon, avec la réalisation d'un projet d'aménagement de la bande côtière. Un programme de recherche scientifique lui a été associé afin de cerner les impacts qu'induiront ces récifs artificiels sur la faune halieutique et son exploitation. La base de l'approche scientifique repose sur la comparaison de l'état des ressources avant et après la réalisation des aménagements.

MATERIELS ET METHODES

1. Environnement et projet d'aménagement.

La côte du Languedoc-Roussillon s'étend depuis la frontière espagnole jusqu'à l'Est du Petit Rhône sur une longueur de 200 km environ. La bande littorale comprise entre les isobathes 0 et - 40 m est très large dans ce secteur puisqu'elle occupe près de 1400 km^2. La nature du fond est essentiellement sédimentaire (sable, gravier, vase). La partie rocheuse de ce littoral est réduite et se situe dans le secteur le plus au Sud.

Le projet d'aménagement porte sur cinq sites, qui sont du Nord au Sud : Agde, Gruissan, Port-la-Nouvelle, Canet et Saint Cyprien (fig. 1). Les récifs sont immergés sur des fonds situés entre 17 et 30 m de profondeur. Seuls les sites de Saint Cyprien et de Canet comportent quelques pointements rocheux naturels (Augris, 1984 ; Augris et Mear, 1985), de faible relief.

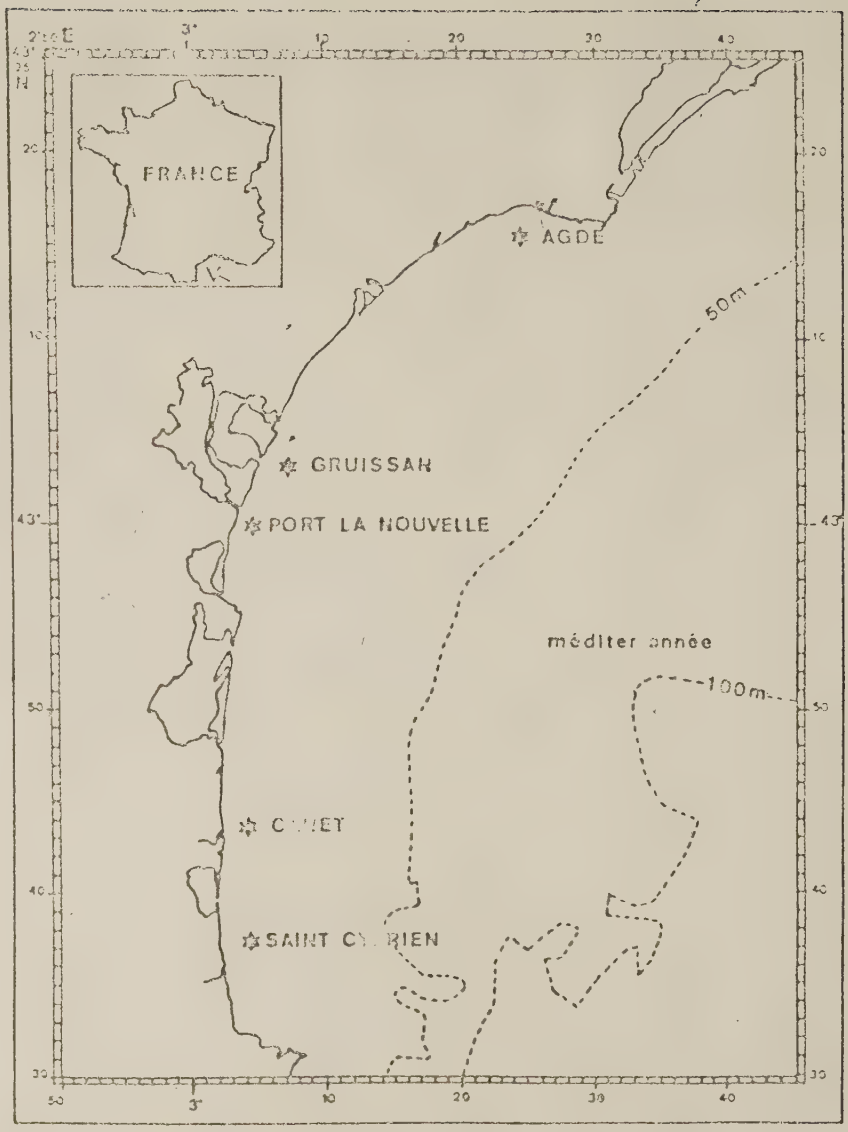
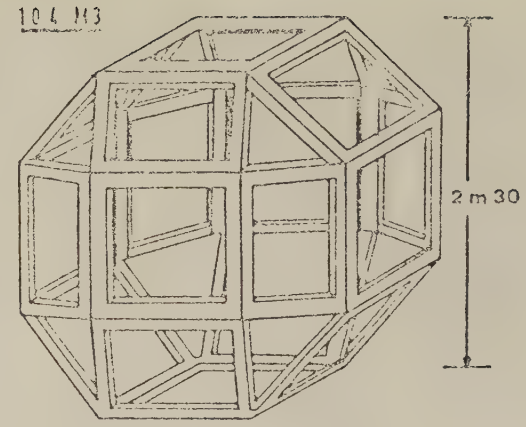
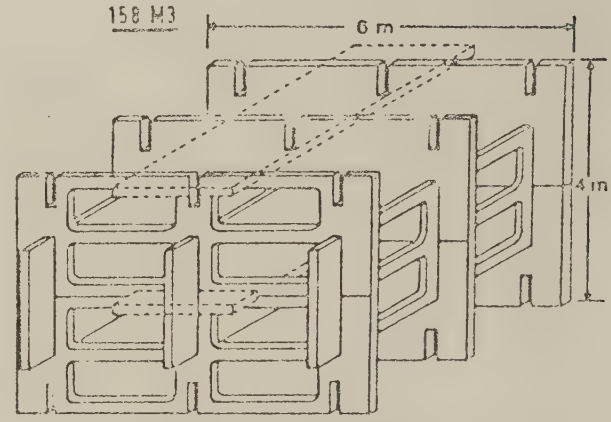


Fig.1 : Les cinq sites d'aménagement en récifs artificiels en Languedoc-Roussillon.

Five selected locations equipped with artificial reefs in Languedoc-Roussillon



module de type POLYGONAL



module de type PARALLELEPIPEDIQUE

fig.2 : Les deux modules retenus

: Two selected artificial reef units

Les aménagements sont réalisés au moyen de deux types de structures creuses en béton (fig. 2), des modules parallélépipédiques et des modules de type polygonal. Très ajourés, ils occupent respectivement des volumes de 158 et 10,4 m^3. Quatorze modules de type polygonal sont assemblés pour former un ensemble de 146 m^3. Leur hauteur est de 4 m et leur surface au sol représente environ 36 m^2. Le site de Gruissan recevra au total 6688 m^3. Le cubage, plus faible, dans les quatre autres stations s'échelonne entre 1216 m^3 pour Port-la-Nouvelle et 2420 m^3 pour celui de Saint Cyprien. Les immersions devraient être terminées avant la fin du mois d'octobre 1985.

2. Les techniques du suivi scientifique.

L'essentiel des études portera sur les sites de Gruissan et de Saint Cyprien. Dans les trois autres stations, elles seront limitées à des pêches expérimentales réalisées par les pêcheurs professionnels.

Ce suivi a pour principal objectif, la quantification des impacts des aménagements à la fois sur les milieux biologiques et socio-professionnels, et plus accessoirement l'analyse du fonctionnement des récifs artificiels.

Trois techniques sont mises en oeuvre : des enquêtes menées auprès des pêcheurs professionnels aux "petits métiers", des pêches expérimentales aux engins fixes et au chalut, des observations in situ en plongée.

L'utilisation de plusieurs techniques vise le recoupement et la complémentarité des informations qu'elles apportent, permettant ainsi une meilleure compréhension des données et plus de précision.

2.1. Les enquêtes.

Des enquêtes sont menées régulièrement depuis un an auprès des pêcheurs professionnels aux "petits métiers" dans les ports de Gruissan et de Saint Cyprien. La méthode utilisée a été mise au point par Farrugio et Le Corre (1984) dans leur étude intitulée "Stratégie d'échantillonnage des petits métiers en Méditerranée".

Les informations recueillies portent sur la flottille, les types de métiers pratiqués, le nombre d'engins de chaque catégorie. Un échantillonnage par sondage est effectué chaque semaine auprès des pêcheurs dès leur arrivée à quai, afin d'obtenir des informations sur l'activité de pêche par bateau (temps de pêche et de route, secteur de pêche, nombre d'hommes embarqués) et sur l'activité de l'ensemble du port, sur les captures (nature, quantité débarquée et données biométriques) et leur commercialisation.

La nécessité de réaliser ces enquêtes découle du fait qu'il n'existe aucun point de centralisation des données permettant d'accéder à l'ensemble des informations sur les débarquements de ce type de pêche.

Ces enquêtes doivent permettre d'évaluer les efforts de pêche et le volume des apports, et d'estimer la production de chacun des secteurs où l'information a été collectée.

2.2. Les pêches expérimentales.

Les deux principales techniques de pêches expérimentales utilisées jusqu'à présent sont le chalut de fond et les filets maillants.

Le chalutage s'effectue à bord du N.O. "Ichthys" dont la puissance est de 221 ch et le chalut utilisé est du type Le Drezen. Il se caractérise par une

corde de dos de 20 m et par un maillage de 40 mm au niveau de la poche (maille étirée). Les traits sont réalisés à l'intérieur et à proximité des concessions récifales ; ils sont d'une durée d'une heure ce qui correspond à une distance sur le fond de 2,5 à 3 milles. Quatre à cinq chalutages sont réalisés par jour au cours de campagnes trimestrielles d'une durée de 4 à 10 jours.

Les pêches aux filets maillants sont faites à partir d'embarcations de pêcheurs professionnels. Les engins se composent de deux jeux de filets de cinq pièces en monofilaments de nylon montés avec des mailles de 30, 40 et 50 mm. Chaque filet mesure 280 m de long. Les deux jeux de filets sont calés simultanément, l'un à proximité immédiate du secteur aménagé, l'autre qui constitue le témoin, dans une zone de profondeur identique mais ne comportant ni récifs ni substrats rocheux. Ces pêches sont effectuées plusieurs fois par mois, leur nombre varie en fonction des conditions météorologiques et de la disponibilité des pêcheurs professionnels.

2.3. Les observations en plongée.

Des observations en plongée sont réalisées en scaphandre autonome. Elles portent principalement sur la détermination et le comptage des principales espèces de poissons ou de crustacés par observation directe selon la méthode mise au point par Harmelin-Vivien et Harmelin (1975).

Cette technique permet de prendre en compte les diverses espèces présentes dans un espace déterminé au préalable, et d'en apprécier l'abondance et les tailles individuelles.

Ces comptages sont complétés par des mesures de facteurs du milieu: courant, température, turbidité, visibilité... Ces deux derniers paramètres revêtent une importance prépondérante en tant que facteur limitant dans les deux sites étudiés. En effet, les observations effectuées au cours d'une quarantaine de plongées réalisées jusqu'à maintenant sur une épave de 30 m de long, immergée sur un fond de 27 m, montrent que la visibilité minimale nécessaire pour considérer le comptage valable, doit être supérieure à 2 m.

Compte tenu des conditions de visibilité du secteur étudié, une telle technique ne peut s'appliquer que sur des espèces peu mobiles ou des espèces mobiles mais peu abondantes.

Une série de comptages est effectuée saisonnièrement dans la mesure où la transparence de l'eau le permet.

RESULTATS ATTENDUS ET OBTENUS.

Le suivi scientifique a été mis en place un an avant les premières immersions, afin de tester les techniques et les méthodes envisagées pour réaliser le programme, et de dresser un bilan de l'état du milieu.

1. Connaissance du milieu.

Un inventaire spécifique des poissons et macro-invertébrés est en cours de réalisation dans les différentes stations. La première liste dressée à Saint-Cyprien (tabl. 1) porte sur 49 espèces de poissons. Le peuplement réel de ce site peut être considéré comme proche de l'ensemble des espèces recensées par les trois techniques (plongée, chalut, filets maillants). Dans ce cas, le peuplement échantillonné en plongée représente 41 % du peuplement réel, celui du chalut 73 %, et celui échantillonné par les filets maillants 65 %. Une partie des espèces n'est recensée que par une seule technique (plongée : 10 %, chalut : 24 %, filets maillants : 16 %). Ces premiers résultats montrent l'intérêt d'utiliser simultanément plusieurs techniques à des fins de recoupements et de compléments entre les différentes sources d'informations. Signalons toutefois que la précision des résultats ne doit pas être obtenue

Tabl. 1.- Liste des espèces recensées à Saint Cyprien par observation visuelle (plongée) et par capture (chalut, filet maillant).
Specic list of fishes observed by diving or fished with fishing trawl and fishing gears in Saint Cyprien.

	INVENTAIRE SPECIFIQUE	Plongée	Chalut	Filets maillants
1	Diplodus vulgaris	x	x	x
2	Diplodus sargus	x	x	x
3	Diplodus annularis	x	x	x
4	Mullus surmuletus	x	x	x
5	Spondyliosoma cantharus	x	x	x
6	Dicentrarchus labrax	x	x	x
7	Serranus cabrilla	x	x	x
8	Spicara maena	x	x	x
9	Trisopterus minutus	x	x	x
10	Boops boops	x	x	x
11	Mugil spp	x	x	x
12	Scorpaena notata	x	x	x
13	Trachurus trachurus	x	x	x
14	Conger conger	x	x	x
15	Phycis phycis	x	x	x
16	Sparus pagrus		x	x
17	Uranoscopus scaber		x	x
18	Sardina pilchardus		x	x
19	Merlucius merlucius		x	x
20	Trigla lucerna		x	x
21	Pagellus acarne		x	x
22	Pagellus erythrinus		x	x
23	Aspitrigla obscura		x	x
24	Trachinus draco		x	x
25	Scomber scombrus			x
26	Scyliorhinus stellaris			x
27	Pomadasys benneti			x
28	Sarpa salpa			x
29	Sardinella aurita			x
30	Scomber colias			x
31	Sparus aurata			x
32	Aspitrigla cuculus			x
33	Eutrigla gurnardus		x	
34	Scylíorthinus canicula		x	
35	Serranus hepatus		x	
36	Lithognathus mormyrus		x	
37	Arnoglossus laterna		x	
38	Trigloporus lastoviza		x	
39	Mullus barbatus		x	
40	Zeus faber		x	
41	Scophthalmus rhombus		x	
42	Solea vulgaris		x	
43	Lophius piscatorius		x	
44	Buglossidium luteum		x	
45	Symphodus rupestris	x		
46	Diplodus puntazzo	x		
47	Seriola dumerili	x		
48	Oblada melanura	x		
49	Spicara smaris	x		

au prix d'un effort humain et financier trop excessif.

Les informations recueillies auprès de l'administration des Affaires Maritimes, des Criées, des mareyeurs et par enquêtes sur le terrain ont permis d'établir au cours de l'année 1984, un fichier sur les caractéristiques de la flottille des "petits métiers", et un inventaire des modes d'exploitation (Farrugio et Le Corre, 1984). Elles font apparaître que 54 embarcations à Saint Cyprien contre 16 à Gruissan exercent les "petits métiers". Les engins de pêche utilisés sont essentiellement des filets droits maillants et trémails, et plus accessoirement la palangre. Le tonnage, la puissance et la longueur des embarcations sont donnés dans le tableau 2. En moyenne, les bateaux de Saint Cyprien ont une puissance supérieure à ceux de Gruissan, 50 ch contre 32,5.

Tabl. 2. - Tonnage, puissance et longueur des embarcations "petits métiers" des flottilles de Saint Cyprien et de Gruissan, d'après Farrugio et Le Corre, 1984.
Tonnage, power and length of small scale fisheries in Saint Cyprien and Gruissan (Farrugio et Le Corre, 1984).

	St Cyprien	Gruissan
tonnages en tonneaux	0.8 à 6.9	0.5 à 14.7
puissance en chevaux	2.7 à 209.2	2.7 à 195.6
longueur en mètre	3.5 à 11.8	4.4 à 13.

Les premiers résultats concernant l'activité de pêche montrent une certaine spécificité de chaque port en matière de période et de type d'activité effectué en mer. A Saint Cyprien, l'époque de pleine activité des petits métiers se situe au printemps et à l'automne, tandis qu'à Gruissan elle s'étale sur toute l'année. En effet, ce dernier secteur offre des possibilités de captures aux poissons plats (turbots, soles) pendant l'hiver. Les estimations d'effort de pêche, de production et de rendement ne pourront être effectuées qu'après l'obtention, au minimum, d'une année de relevés dans chacun des secteurs.

2. Quantification des impacts.

L'appréciation de l'impact des récifs artificiels sur la production, objectif prioritaire de l'étude, constitue un problème délicat car d'une part, les récifs n'occupent qu'une infime partie du secteur de pêche et d'autre part, les données sur les captures, indispensables pour évaluer la production des secteurs étudiés, sont en quantité insuffisantes. Un minimum de trois ans d'étude après les immersions sera nécessaire pour pouvoir chiffrer cet impact, et ceci à condition que les enquêtes menées auprès des pêcheurs professionnels puissent être poursuivies, afin d'avoir une idée de l'importance des fluctuations saisonnières et annuelles. A plus court terme, l'impact direct des récifs artificiels devrait être décelable au niveau des modifications de la composition faunistique, de l'importance qualitative et quantitative des captures par rapport à des secteurs non aménagés, des éventuelles modifications de la démographie et de l'effet attractif des récifs sur les espèces pélagiques et les espèces démersales migratrices à déplacements verticaux.

La mise en place de récifs artificiels benthiques dans un secteur dépourvu en partie ou en totalité de substrats rocheux, va vraisemblablement entraîner des modifications dans la composition spécifique de la population ichthyologique présente, notamment par l'arrivée d'espèces habituellement associées de façon plus ou moins directe à ces substrats. Le mode d'arrivée de ces espèces qui jusque-là étaient absentes ou peu abondantes, peut être de deux types, soit par contamination aux stades adultes ou juvéniles à partir des secteurs rocheux environnants lorsqu'ils existent, soit par colonisation de larves pélagiques. Ces modifications, quand elles apparaîtront, seront décelables au niveau des pêches professionnelles et expérimentales aux filets fixes.

Les professionnels ont de tout temps pu apprécier l'intérêt des secteurs rocheux et des epaves sur la qualité et la régularité des captures réalisées par rapport aux secteurs où ils font défaut. On tentera de quantifier ce phénomène qui est d'un intérêt économique évident, par des pêches expérimentales aux filets fixes effectuées à proximité des aménagements et en dehors de ce secteur.

Un des rôles de protection joué par les réserves marines se traduit par la présence d'individus de taille moyenne plus élevée que dans des secteurs non protégés (Bell, 1983). Le récif devrait jouer dans une certaine mesure un rôle similaire car son architecture élevée et anfractueuse offre une protection importante aux individus vis-à-vis de certaines formes de pêche. Les éventuelles modifications démographiques seront estimées par des mesures biométriques effectuées sur les individus capturés lors des pêches expérimentales et professionnelles.

Les récifs artificiels au même titre que tous les accidents topographiques du fond marin, exercent un effet attractif sur les espèces pélagiques et plus généralement sur toutes les espèces migratrices. La biomasse globale des espèces présentes autour des aménagements récifaux, pourra être appréciée par la technique du sondage ultrasonore. Ce type d'opération pourra être envisagé ultérieurement lorsque l'équipement nécessaire sera disponible. Dans un premier stade, des observations seront effectuées en plongées. Elles ne porteront que sur des aspects purement qualitatifs.

3. Fonctionnement des récifs.

Les observations concernant le fonctionnement des récifs artificiels s'effectueront principalement in situ. Les différents aspects pris en considération seront la répartition des espèces dans l'espace, les variations spécifiques et d'abondance au cours du temps, la présence de juvéniles, indication intéressante pour le recrutement.

Les informations apportées par ce type d'observations devraient permettre de guider le choix des structures pour d'éventuelles réalisations à venir et orienter la sélection des techniques de pêche à mettre en oeuvre en fonction des espèces présentes.

CONCLUSION

Les résultats du suivi scientifique doivent apporter à terme des éléments d'appréciation sur la validité des récifs artificiels en tant qu'option d'aménagement de l'espace littoral. Toutefois, ces résultats porteront essentiellement dans un premier temps sur les impacts directs des récifs artificiels plutôt que sur l'impact global lié à la production car, d'une part, les secteurs aménagés ne représentent qu'une infime partie des secteurs de pêche et d'autre part, les données concernant les captures sont encore insuffisantes.

BIBLIOGRAPHIE

AUGRIS (C.), COCHONAT (P.), GUILLAUME (J.), 1984. - Récifs artificiels en Languedoc-Roussillon - Etude géotechnique. - Rapport IFREMER, Centre de Brest, DERO/GM : 35 p.

AUGRIS (C.), MEAR (Y.), 1985 (sous presse). - Etude géologique pour l'implantation de récifs artificiels en Languedoc-Roussillon. - Rapport d'étude.

BELL (J.D.), 1983. - Effects of depth and marine reserve fishing restrictions on the structure of a rocky reef fish assemblage in the North-western mediterranean sea. - Journal of Applied Ecology, 20 : 357-369.

FARRUGIO (H.), LE CORRE (G.), 1984. - Stratégie d'échantillonnage des pêches aux "petits métiers" en Méditerranée. - IFREMER, Rapport final, Convention C.E.E. XIV-B-I, 83/2/M09 P1 : 39 p. + annexes.

HARMELIN-VIVIEN (M.L.), HARMELIN (J.G.), 1975. - Présentation d'une méthode d'évaluation in situ de la faune ichthyologique. - Trav. sci. Parc nation. Port Cros, 1 : 47-52.

LEFEVRE (J.R.), DUCLERC (J.), MEINESZ (A.), RAGAZZI (M.), 1982. - Les récifs artificiels des établissements de pêche de Golfe Juan et de Beaulieu-sur-Mer, Alpes Maritimes, France. - Journ. Etud. Récifs Artif. et Maricult. Suspend. - Cannes, CIESM.

LEFEVRE (J.R.), DUVAL (C.), RAGAZZI (M.), DUCLERC (J.), 1984. - Récifs artificiels : analyse bibliographique. - IFREMER : 247 p.

SIMARD (F.), 1983-1984. Les récifs artificiels. Théorie et pratique. - ADA, n°13, tomes 1 et 2 : 392 p.

RAPPORTS DU CGPM PUBLIES DANS LA SERIE FAO, RAPPORTS SUR LES PECHES

GFCM REPORTS PUBLISHED IN THE SERIES FAO FISHERIES REPORTS

FID/R182 Rapport de la sixième session du Groupe de travail sur l'évaluation des ressources et les statistiques des pêches (1976)
Report of the sixth session of the Working Party on Resources Appraisal and Fishery Statistics (1976)

FID/R204 Rapport de la septième session du Groupe de travail sur l'évaluation des ressources et les statistiques de pêche (1978)
Report of the seventh session of the Working Party on Resource Appraisal and Fishery Statistics (1978)

FID/R207 Rapport de la deuxième session du Comité de l'aménagement des ressources (1978)
Report of the second session of the Committee on Resource Management (1978)

FID/R226 Rapport de la Consultation technique pour l'évaluation et l'aménagement du turbot de la mer Noire (1980)
Report of the Technical Consultation on the Assessment and Management of the Black Sea Turbot (1979)

FID/R227 Rapport de la Consultation technique pour l'évaluation des stocks dans les divisions statistiques Baléares et golfe du Lion (1980)
Report of the Technical Consultation on Stock Assessment in the Balearic and Gulf of Lions Statistical Divisions (1981)

FIPL/R231 Rapport de la première session du Groupe de travail sur les méthodes acoustiques de détection et d'estimation de l'abondance du poisson (1980)
Report of the first session of the Working Party on Acoustic Methods for Fish Detection and Abundance Estimation (1980)

FIPL/R232 Rapport de la quatrième session du Programme coopératif de recherches sur l'aquaculture (1980)
Report of the fourth session of the Cooperative Programme of Research on Aquaculture (1980)

FIPL/R239 Rapport de la Consultation technique pour l'évaluation des stocks dans l'Adriatique (1980)
Report of the Technical Consultation on Stock Assessment in the Adriatic (1980)

FID/R240 Rapport de la troisième session du Comité de l'aménagement des ressources (1980)
Report of the third session of the Committee on Resource Management (1980)

FIPL/R252 Rapport de la Consultation technique sur l'utilisation des espèces pélagiques de petite taille dans la région méditerranéenne (1981)
Report of the Technical Consultation on the Utilization of Small Pelagic Species in the Mediterranean Area (1981)

FIPL/R253 Rapport de la deuxième Consultation technique pour l'évaluation des stocks dans l'Adriatique (1981)
Report of the second Technical Consultation on Stock Assessment in the Adriatic (1981)

FIPL/R257 Rapport de la Consultation technique sur les méthodologies utilisées dans la lecture de l'âge des poissons (1982)
Report of the Technical Consultation on Methodologies used for Fish Age-Reading (1982)

FIPL/R263 Rapport de la deuxième Consultation technique sur l'évaluation des stocks dans les divisions statistiques Baléares et golfe du Lion (1982)
Report of the second Technical Consultation on Stock Assessment in the Balearic and Gulf of Lions Statistical Divisions (1982)

FIPL/R266 Rapport de la première Consultation technique sur l'évaluation des stocks dans la Méditerranée centrale (1982)
Report of the first Technical Consultation on Stock Assessment in the Central Mediterranean (1982)

FIPL/R270 Rapports de la quatrième session du Comité de l'aménagement des ressources et de la Consultation technique sur la régulation de l'effort dans les pêcheries au chalut en Méditerranée (1982)
Report of the fourth session of the Committee on Resource Management and the Technical Consultation on Regulation of Effort in Trawl Fisheries in the Mediterranean (1982)

FIPL/R277 Rapport de la Consultation technique sur les méthodes acoustiques de détection et d'estimation de l'abondance du poisson (1983)
Report of the Technical Consultation on Acoustic Methods for Fish Detection and Abundance Estimation (1983)

FIPL/R290 Rapport de la troisième Consultation technique sur l'évaluation des stocks dans l'Adriatique (1984)
Report of the third Technical Consultation on Stock Assessment in the Adriatic (1984)

FIPL/R305 Rapport de la troisième Consultation technique sur l'évaluation des stocks dans les divisions statistiques Baléares et golfe du Lion (1984)
Report of the third Technical Consultation on Stock Assessment in the Balearic and Gulf of Lions Statistical Divisions (1984)

FIPL/R306 Informe de la Consulta técnica sobre los recursos de coral rojo del Mediterraneo occidental y su explotacion racional (1984)
Rapport de la Consultation technique sur les ressources de corail rouge de la Méditerranée occidentale et leur exploitation rationnelle (1984)
Report of the Technical Consultation on Red Coral Resources of the Western Mediterranean and their Rational Exploitation (1984)

FIRI/R309 Report of the Expert Consultation on the Management of Coastal Lagoon Fisherie (1984)
Rapport de la Consultation d'experts sur l'aménagement des pêches dans les lagunes côtières (1984)

FIPL/R314 Rapport de la cinquième session du Comité de l'aménagement des ressources (1984)
Report of the fifth session of the Committee on Resource Management (1984)

FIPL/R315 Report of the eighth session of the Working Party on Resource Appraisal and Fishery Statistics (1984)
Rapport de la huitième session du Groupe de travail du CGPM sur l'évaluation des ressources et les statistiques de pêche (1984)

FIPL/R331 Rapport de la deuxième Consultation technique sur l'utilisation des espèces pélagiques de petite taille dans la région méditerranéenne (1985)
Report of the second Technical Consultation on the Utilization of Small Pelagic Species in the Mediterranean Area (1985)

FIPL/R336 Rapport de la deuxième Consultation technique sur l'évaluation des stocks dans la Méditerranée centrale (1985)
Report of the second Technical Consultation on Stock Assessment in the Central Mediterranean (1985)

FIPL/R345 Rapport de la quatrième Consultation technique sur l'évaluation des stocks dans l'Adriatique (1986)
Report of the fourth Technical Consultation on Stock Assessment in the Adriatic (1986)

FIPL/R347 Rapport de la quatrième Consultation technique sur l'évaluation des stocks dans les divisions statistiques Baléares et golfe du Lion (1986)
Report of the fourth Technical Consultation on Stock Assessment in the Balearic and Gulf of Lions Statistical Divisions (1986)

FIPL/R357 Rapport de la Consultation technique sur la conchyliculture en mer et les récifs artificiels (1986)
Report of the Technical Consultation on Open Sea Shellfish Culture in Association with Artificial Reefs (1986)

M-42
ISBN 92-5-002455-X